2145

Compassach
P. Josephus Lindauer
Bened. Ettalens.

Matheſis. Dioptrica. 561.

Math. a. 26.

R

M. Johann Bischoffs

practische

Abhandlung

der

Dioptrik,

in welcher

die Eigenschaften und Gebrauch

der

sphärischen Gläser

den Anfängern zur Erleichterung und manchen andern zur Bequemlichkeit

durch

Zeichnung und Rechnung

aus zweyen Grundgläsern hergeleitet

und

in deutlichen Figuren gezeigt werden.

Mit IX. Kupfertafeln.

Stutgart

bey Johann Benedict Mezler

1772.

Bayr. Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Die Veranlassung zu dieser Schrift war folgende: Es hatten mehrere Studirende zu Tübingen das Schleiffen der sphärischen Gläser gelernt, und in ihren Nebenstunden mit gutem Fortgang getrieben.

Sie klagten über den Mangel einer hinlänglichen practischen Anleitung, ihre verfertigte Gläser genau zu untersuchen, und wohl zu nutzen. Ihre Umstände gestatteten meistens nicht, sich in die vorhandene vollständige Lehrbegriffe der Optik einzulassen; und die gewöhnliche erste Anfangsgründe waren zu ihrer Absicht nicht hinreichend.

Daher verlangten einige derselben, schon vor sieben Jahren, von mir einen besondern Unterricht, der nach und nach bald mündlich, bald schriftlich gegeben wurde, je nachdem beyderseitige Umstände es gestatteten. Ich wurde hierdurch selbst tieffer in dieses Fach getrieben, als jemals meine Absicht war: und weil ich meistens nur die gemeine Rechnungs-und Meßkunst sicher voraussetzen konnte; so gerieth ich auf manche Einfälle, die auch einigen Kennern der Dioptrik nicht mißfielen.

Diese hielten für gut, wenn ich auf gleichen Schlag nach und nach eine Schrift verfassen würde, die nicht nur eine besondere, sondern gemeinnützige Absicht hätte; und wir wurden über nachfolgende Einrichtung miteinander einig:

1. Die Abhandlung soll in teutscher Sprache, vornehmlich für die Anfänger, und also so leicht und deutlich, als es möglich, verfaßt werden.
2. Sie soll nur die Eigenschaften, und den Gebrauch der sphärischen Gläser enthalten; nicht aber die Verfertigung dieser Gläser.
3. Doch soll beydes aus den allgemeinen richtigen Gründen hergeleitet, und für die Anfänger faßlich bewiesen werden; dieses aber, so weit es nur immer thunlich, allein vermittelst der gemeinen Arithmetik und Geometrie geschehen.
4. Das Hauptabsehen soll auf die Anwendung in dioptrischen Werkzeugen gerichtet werden, und so weit gehen, daß man dadurch in den Stand gesetzt werde, solche Werkzeuge nicht nur richtig zu beurtheilen und zu nutzen, sondern auch sie selbst sehr erträglich zu verfertigen, oder doch anzugeben.
5. Endlich soll die Schrift so kurz seyn, als es ohne Nachtheil des Zwecks geschehen könne; doch aber sonderlich in den Figuren nicht zu viel gespart werden.

Ich ließ es nicht am Fleiß ermangeln diesen Zweck zu erreichen, so weit es meine seltene Neben-

zeit

zeit zuließ; und es enthält diese Schrift gar weniges, das nicht wirklich und oft versucht worden. Wie ferne ich aber den vorgesetzten Zweck wirklich erreicht; darüber will ich die Kenner der Dioptrik urtheilen lassen, und Sie bitten, die etwa noch eingeschlichene Fehler gütigst zu verbessern.

Die Anfänger werden gemeiniglich bald verdrüßlich, wenn sie einen gebrochenen Lichtstrahl immer trigonometrisch, oder auch nur geometrisch bestimmen sollen; wenn sie eine jede Gattung der sphärischen Gläser besonders beurtheilen und behandeln müssen, gleichsam als eine neue Sache; wenn ihnen alles nur in einer Berechnung gezeigt wird, wo die Einbildungskraft wenigen Einfluß hat, oder wenn sie zwar geometrisch, aber auf eine Art belehret werden, die allzuviele Hülfslinien und Winkel zur endlichen Bestimmung erfordert.

Ich suchte also diesen Anstösen der Anfänger, so viel es mir möglich war, auszuweichen. Daher nahm ich das planconvexe und planconcave Glas als zwey Grundgläser an, und betrachtete alle übrige sphärische Gläser als zusammengesetzte aus diesen beyden.

Die Brennweite, und überhaupt die Vereinigung der gebrochenen Strahlen mit den Axen, bestimmte ich in diesen Grundgläsern zwar anfangs durch trigonometrische Rechnung, doch auch zugleich durch eine geometrische Construction: In allen aus ihnen entstehenden Gläsern aber, ja in ihnen selbst,

verwandelte ich hernach die Auflösungen durch Zeichnung in eine sehr einfache und leichte Methode der gemeinen Geometrie, welche nur wenige Parallellinien und Diagonalen erfordert; und in der Rechnung brachte alles auf die einfache Proportion, oder die sogenannte Regel de Tri.

Die Probe zeigte, daß die ersten Anfänger sich auf diese Weise gar bald in alle Arten der Gläser finden konnten; sonderlich wenn sie wirkliche planconvexe und planconcave Gläser, von verschiedenen Brennweiten aber gleichen Breiten, an ihren ebenen Seiten, in einem kurzen Rohr, aufeinander legten, und damit Versuche machten.

Weil die Absicht dieser Schrift nicht gestattete, die Dicke der Gläser wegzulassen: so schloß ich sie, mit einem kleinen Zusatz, in eben die leichte Methode ein, die ich gebrauchte wo die Gläser ohne ihre Dicke betrachtet wurden, durch Zeichnung und Rechnung.

Von den Abweichungen der Lichtstrahlen, wie auch von der Helligkeit, sagte ich nur so viel, als den Anfängern begreiflich schiene, und der Zweck nothwendig erforderte.

Die sogenannte Camera obscura ist der einfacheste Fall, wordurch den Anfängern die Abbildung einer Sache, vermittelst eines erhabenen Glases, mit Vergnügen gezeigt werden kann: Ich bestimmte also hier die Verhältnis des Bildes und Gegenstands gegeneinander genau, und brachte auf diesen Fall al-

le andere, wo man das Bild der Sache vermittelst einer Wand, oder unmittelbar, betrachtet; ja das natürliche Sehen selbst.

In dem practischen Theil dieser Abhandlung ließ ich mir zuvorderist die, durch Gläser mögliche, Verbesserung der Augenfehler angelegen seyn; theils weil ich besonders darum ersucht wurde, theils weil mir dieselbe in dem folgenden mehrmalen dienen mußte, die dioptrischen Werkzeuge, für mancherley Augen, auf eine leichte Art einzurichten.

Zu den Fernröhren und Vergröserungsgläsern suchte ich die völlige Bestimmung der Gläser in der Oeffnung des Auges; weil sich, ohne diesen Umstand zu erwägen, keine Verhältnis der Gläser angeben läßt, die überhaupt die beste heissen kann. Denn kraft der Erfahrung zeigen nur diejenigen dioptrischen Werkzeuge, allen Augen, in allen Umständen, recht gut, deren letzte Lichtkegel oder Lichtwalzen den Augstern ganz erfüllen, wie bey dem natürlichen Sehen mit blosen Augen.

Die Collectivgläser fand ich in beyderley Werkzeugen sehr nützlich, die Lichtkegel nach Gefallen zu leiten, und so wohl ein helleres als auch deutlicheres Bild, als ohne sie, zu erlangen, nebst dem grösten möglichen Sehefeld. Daher hielt ich nicht für überflüssig, ihren Gebrauch, auch den Anfängern, dadurch zu erleichtern, daß ich sie ein einzeles Glas finden lehrte, dessen Würkung, in allem Betracht, der gemeinschaftlichen Würkung zweyer, in einerley

Brennweite gesetzter, Gläser gleich ist; deme ich auch dessentwegen den Namen eines Vergleichungsglases beylegte.

Dieses eingebildete Glas verwandelt die Erdröhren, von 5 und 6 Gläsern, in die gewohnlichen, von 4. Gläsern; die Sternröhre und Vergrösserungswerkzeuge von mehrern als zweyen Gläsern, in solche die nur 2 Gläser enthalten; und die Werkzeuge die aus 2 Gläsern bestehen, eigentlich aber nur eines haben sollten, in solche mit einem einzelen Glase.

In der Auflösung der Aufgaben durch Zeichnung fallen viele Schwierigkeiten hinweg, die sich in der Berechnung äussern: Sie ist also den Anfängern leicht und sehr nützlich. Sie dienet ihnen zugleich zur besten Probe, ob sie sich im Rechnen nicht geirret haben? Hinwiederum bestärkt die Berechnung die richtige Zeichnung. Daher setzte ich beyderley Auflösungen so lange hin, bis ichs für überflüssig hielte, und mich alsdann der Rechnung allein bediente; weil alles nur eine Anwendung der vorigen Aufgaben war, die hier schon hinlänglich bekannt seyn mußten.

Alles suchte ich eines theils zum Nutzen derjenigen einzurichten, die einen Geschmack an der Dioptrik haben, und sie doch nicht zu einem ihrer Hauptgeschäffte machen können; andern theils aber auch zur Erleichterung und sichern Grund derer, welche

sich

sich in die vollständige Anleitungen zu dieser Wissenschaft zu seiner Zeit einzulassen gedenken.

Aus diesem Grunde ließ ich, unnöthige Weitläuftigkeit zu vermeiden, das meiste hinweg, was Jenen nichts sonderliches nutzen kann, und Diese in den grösern vorhandenen Werken alsdann finden, wann sie tüchtiger sind es zu verstehen und zu nutzen, als im Anfang. Doch aber unterließ ich nichts, was zu einer sehr erträglichen Pünktlichkeit, in den meisten dioptrischen Werkzeugen erfordert wird; wie man solches leicht, durch Vergleichung mit andern dioptrischen Schriften, sehen wird, an deren Richtigkeit niemand zweifelt.

Unter der Bequemlichkeit, die manche Andere, als die ersten Anfänger, aus diesen geringen Blättern ziehen können, verstehe ich eines theils den Fall, wo man andere unterrichten soll, die sich in den ganzen Umfang der Dioptrik nicht einlassen wollen: andern theils diejenigen, welche gute Gläser schleiffen, solche auch durch Versuche oft wohl zusammen ordnen, und also keine blose Anfänger sind; jedannoch aber die Regeln nicht deutlich wissen, wordurch sie ihre Erfahrungen richtiger leiten, ja viele ganz ersparen, und ihren Zweck viel leichter erreichen könnten.

Das übrige, was man sonst in einer Vorrede zu sagen pflegt, ist in dem beygesetzten Innhalt die-

ser ganzen Abhandlung enthalten; den ich dessentwegen so ausführlich gemacht, daß er nicht nur die ganze Ordnung und Einrichtung dieser Schrift sogleich zeigen, sondern auch zugleich die Stelle der Marginalien vertreten könnte.

Der HERR der selbst ein Licht ist, und uns die Augen gegeben hat, seine gröste und kleinste Geschöpfe zu bewundern und Ihn darüber zu preisen; seegne auch diese geringe Arbeit zur Ehre seines grosen Namens!

Geschrieben zu Bernhausen bey Stuttgart, den 21. Junii 1771.

Inn=

Innhalt.

I. Buch.

Von den Eigenschaften der sphärischen Gläser.

---

1. Abschnitt.

Von den gebrochenen Lichtstrahlen überhaupt.

Absicht dieser Schrift. §. 1.
Angenommene Erfahrungen. §. 2.
Eigenschaften eines leuchtenden Punkts. §. 3.
Diejenigen Fälle, wo sich die von einem Punkte ausfahrende Lichtstrahlen wieder vereinigen können. §. 4.
Brechungsmittel der Lichtstrahlen. §. 5.
Einfalls- und Brechungswinkel. §. 6.
Deren Verhältniß überhaupt. §. 7.
Verschiedene Verhältnisse in verschiedenen Brechungsmitteln, oder Materien. §. 8.
Bestimmung des Brechungswinkels
in dichteren Materien. §. 9.
in dünneren Materien. §. 10.
in derjenigen dünnern, nach dem Brechen, aus welcher der Lichtstrahl auf die dichtere eingefallen. §. 11.
Schranken der Refraction. §. 12.
Der Fall, wo sie ganz wegfällt. §. 13.

Innhalt.

Refraction in Mitteln oder Materien von krummen Flächen. §. 14.

---

2. Abschnitt.

Von der Verhältniß mehrerer gebrochenen Strahlen unter sich, und gegen ihre einfallende.

Mehrere Lichtstrahlen werden als Walzen, oder als Kegel betrachtet. §. 15.
Derselben Vereinigungspunkt und Brennpunkt, und dieser Entfernung und Brennweite. §. 16.
Lichtwalzen nach dem Brechen, auf ebenen Flächen. §. 17.
Lichtkegel nach dem Brechen, auf ebenen Flächen. §. 18.
Lichtwalzen nach dem Brechen auf solchen ebenen Flächen, die unter einem Winkel zusammenstosen. §. 19.
Verwandlung der Lichtwalzen in Lichtkegel. §. 20.
Und dieses am besten auf Kugelflächen. §. 21.
und zwar erstlich bey erhabenen im dichtern Mittel. §. 22.
Begriff von der Axe, und Eintheilung in die Haupt- und Seitenaxe. §. 23.
Vierfacher Unterschied, zwischen erhabenen und hohlen Flächen, dichteren und dünneren Brechungsmitteln. §. 24.
Lichtkegel aus Lichtwalzen, auf hohlen Kugelflächen, im dichteren Mittel. §. 25.
Lichtkegel aus Lichtwalzen, auf erhabenen Kugelflächen, im dünneren Brechungsmittel. §. 26.
Lichtkegel aus Lichtwalzen auf hohlen Kugelflächen, im dünneren Brechungsmittel. §. 27.
Vergleichung des Einfalls- und Brechungswinkels in diesen 4 Fällen. §. 28.
Geometrische Art kleine Winkel zu messen, und miteinander zu vergleichen. §. 29.

Anwen-

Innhalt.

Anwendung derselben auf den Einfalls- und Brechungswinkel in allen 4 Fällen. §. 30. 31.
Besonders wird der Einfallswinkel in Glas bestimmt, für eine erträgliche Vereinigung. §. 32.

3. Abschnitt.

Von den mancherley Arten der sphärischen Gläser.

Grund ihrer Eintheilung. §. 33.
Sie werden nicht nach ihrer Breite und Dicke, sondern nach dem Radio ihrer Fläche geschätzt. §. 34.
Das Planconvexe und Planconcave sind die Grundgläser aller übrigen. §. 35.
Ein ebenes Glas wird als ein erhabenes oder hohles von einem unendlich grossen Radio betrachtet. §. 36.

4. Abschnitt.

Von den Eigenschaften der sphärischen Gläser, in Absicht auf die Vereinigung der auf sie einfallenden Lichtstrahlen, nach ihrem Brechen.

Man betrachtet Anfangs die sphärischen Gläser ohne ihre Dicke. §. 37.
Vereinigungspunkt eines mit der Axe parallel aus Luft in Glas einfallenden Lichtstrahls, nach dem Brechen, in der erhabenen Fläche gerad hin, in der hohlen aber rückwarts. §. 38.
Vereinigungspunkt, wenn der einfallende Parallelstrahl, in der erhabenen oder hohlen Fläche, aus dem Glase in die Luft gebrochen wird, §. 39.

Brenn-

Innhalt.

Brennweite des planconveren und planconcaven Glases. §. 40. 41.
Lichtstrahlen, die aus dem Vereinigungs- oder Brennpunkte ausfahren, uehmen eben den Weg zurücke, den die auf die brechende Fläche einfallenden Strahlen nahmen, diese Punkte zu bilden. §. 42.
Der in allen brechenden Mitteln gebrochene Strahl ist die Diagonal-Linie eines Parallelogrammi, dessen Seiten allemal gegeben werden. §. 43. 44.
Auch in Ansehung der Seitenaxen. §. 45 -- 48.
Eintheilung der auf ein sphärisches Glas einfallenden, und darinnen gebrochenen Lichtstrahlen. §. 49. 50.
Alle diese werden in einer Figur beysammen gezeigt. §. 51.
Man kann immer aus 2 Entfernungen der Lichtstrahlen die 3te finden. §. 52.
Und dieses zwar durch Zeichnung und Rechnung. §. 53.
Vortheile zur Zeichnung. §. 54.
Die Berechnung geschiehet allein vermittelst der einfachen Proportions-Regel. §. 55.
Beydes wird erwiesen, in erhabenen Gläsern, von
convergirenden Strahlen § 56 -- 59.
von divergirenden. §. 60. 61.
In Hohlgläsern. §. 62.
Aufgaben, die Entfernung des Vereinigungspunkts in allen Fällen durch Zeichnung und Rechnung zu finden. §. 63 -- 79.
Für die Anfänger in eine Tabelle gebracht. §. 80.

Innhalt.

5. Abschnitt.

Von den Brennweiten aller sphärischen Gläser.

Sie werden alle aus der Brennweite des planconvexen und planconcaven Glases hergeleitet. §. 81. 82.

Bestimmung der Brennweiten, der auf beyden Seiten gleich oder ungleich erhabenen Gläser. §. 83. 84.

Der auf beyden Seiten gleichen oder ungleichen Hohlgläser, §. 85. 86.

Der auf der einen Seite erhabenen, und auf der andern hohlen Gläser. §. 87 -- 90.

Gemeinschaftliche Brennweite aller sphärischen, unmittelbar aufeinander gelegten, Gläser. §. 91. 92.

Gemeinschaftliche Brennweite der vermittelst eines gewissen Abstandes aufeinander gelegten Gläser, oder eines Hauptglases mit seinem Collectivglase. §. 93 -- 98.

---

6. Abschnitt.

Einige Abweichungen der Lichtstrahlen in den sphärischen Gläsern, von den bisherigen Regeln.

Eintheilung dieser Abweichungen. §. 99. 100.

Abweichungen, die von der Kugelgestalt der Gläser herrühren. §. 101.

Abweichungen, die aus der Dicke des Glases entstehen. §. 102 -- 109.

Aufgaben, die Brennweiten der Gläser mit Einschluß ihrer Dicke zu finden. §. 110 -- 113.

Abweichungen von dem Unterschiede der Lichtstrahlen selbst,

vor

Innhalt.

vor und nach dem Brechen, oder in Ansehung der Farben. §. 114 -- 120.

7. Abschnitt.

Von den Bildern, welche die einfachen sphärische Gläser entwerfen.

Begriff von einem Bilde, und Beschaffenheit der Lichtstrahlen, die ein deutliches Bild machen können. §. 121 -- 124.
Entfernung der positiven Bilder und der Gegenstände vom Glase. §. 125 -- 132.
Gröse der positiven Bilder in der Vergleichung mit ihrem Gegenstande
nach dem Längenmaaß §. 133 -- 136.
nach dem Flächen- und Körpermaaß. §. 137.
Ein deutliches Bild kann zu gleicher Zeit nur von gleich entfernten Sachen entstehen. §. 138.
Beschaffenheit und Gröse der negativen Bilder. §. 139--144.
Bilder von unendlich entfernten Gegenständen fallen in den Brennpunkt. §. 145.
Reduction aller Bilder auf unendlich entfernte Gegenstände, und Bestimmung der Brennweiten zu diesem Zweck. §. 146 -- 150.
Negative Bilder der erhabenen Gläser. §. 151.

8. Abschnitt.

Von den Bildern, welche mehrere verbundene sphärische Gläser entwerfen.

Eintheilung der verbundenen Gläser. §. 152.
Beschaffenheit der Bilder, welche zwey erhabene Gläser entwerfen

Innhalt.

werfen, deren eines ein Collectivglas des andern ist. §. 153. 154.
Reduktion der Würkung dieser beyden Gläser auf ein einzeles Vergleichungsglas. §. 155.
Bestimmung der Gröse des gemeinschaftlichen Bildes zweyer erhabenen Gläser. §. 156 -- 159.
Beschaffenheit und Gröse der Bilder, welche ein erhabenes Glas mit einem hohlen Collectivglase entwirft, ebenfalls vermittelst eines erhabenen Vergleichungsglases. §. 160 -- 164.
Beschaffenheit und Gröse der Bilder, die von zwey oder mehreren Gläsern herrühren, deren das eine jederzeit ausserhalb der Brennweite des andern stehet. §. 165 -- 170.
Die Deutlichkeit der von den sphärischen Gläsern entworfenen Bilder. §. 171. 172.
Die Helligkeit dieser Bilder. §. 172 -- 177.

9. Abschnitt.

Von den Bildern, die in unsern Augen ohne, oder vermittelst der einfachen Gläser entstehen.

Beschaffenheit des Auges. §. 178 -- 180.
Beschaffenheit und Unterschied des natürlichen Sehens. §. 181 -- 193.
Horopter, oder Gesichtsgränze. §. 194 -- 196.
Das Augenmaaß. §. 197.
Vergleichung der scheinbaren und wahren Gröse in den erhabenen und hohlen Gläsern, oder die Vergröserung und Verkleinerung. §. 198 -- 214.
Das Sehefeld, oder der durch die sphärischen Gläser auf einmal übersehene Raum. §. 215. 216.

Innhalt.

10. Abschnitt.

Von den Bildern, welche in unsern Augen vermittelst einer Verbindung mehrerer Gläser entstehen.

Beschaffenheit und gesehene Grösse der Bilder, die zwey erhabene Gläser im Sternrohre machen, überhaupt. §. 217 -- 225.

Besondere Beschaffenheit dieser Gläser, und ihre Verhältniß gegeneinander, nach Hugens Bestimmung, und einer ähnlichen für die Anfänger. §. 226 -- 231.

Sternrohr aus 3 oder 4 Gläsern, deren Vorzüge und Berechnung, §. 232 -- 236.

Erdrohr aus 4, 5, und 6 erhabenen Gläsern. §. 237 -- 242.

Verbindung eines erhabenen und hohlen Glases im holländischen Fernrohr. §. 243 -- 245.

Verbindung zweyer erhabenen Gläser zur Vergrösserung der nahen Sachen. §. 246 -- 250.

Vergrösserungs-Werkzeuge aus mehr als 2 Gläsern. §. 251 -- 255.

---

11. Abschnitt.

Practische Bestimmung der Brennweiten der sphärischen Gläser.

Von wo an die Brennweiten zu messen. §. 256.

Bestimmung der Brennweite vermittelst des Sonnen-Brennpunkts, oder der Zerstreuung der Strahlen hinter dem Glase. §. 257 -- 260.

Durch den Spiegel-Brennpunkt des vom Glase reflectirten Sonnenlichts, vor dem Glase. §. 261 -- 263.

Bestimmung der Brennweiten kleiner Gläser, vermittelst der Betrach-

Innhalt.

Betrachtung eines Gegenstands durch dieselben, auch von Kurzsichtigen. §. 264.
Bestimmung der grösern Brennweiten vermittelst der Bilder in der Camera obscura. §. 265.
Durch Verbindung der unbekannten Gläser mit bekannten, in Fernröhren. §. 266.

II. Buch.

Von dem Gebrauch und Nutzen der sphärischen Gläser.

1. Abschnitt.

Von dem Gebrauch der sphärischen Gläser, einige Fehler der Augen zu verbessern.

Eintheilung des Gebrauchs der sphärischen Gläser. §. 267.
Bestimmung der Augenfehler, die durch Gläser verbessert werden können. §. 268.
Verbesserung der kurzsichtigen und überweitsichtigen Augen, nach ihrer genauen Kenntniß vermittelst eines Augenmessers. §. 269 -- 280.
Einige besondere Räthe für fehlerhafte und gute Augen. §. 281.
Hülfsmittel für die Augen, die einen unveränderlichen Stern haben. §. 282.
Die Nothhülfe alter Augen, gegen derselben Dunkelheit, durch Gläser. §. 283.
Verbesserung der verschiedenen Gesichtsgränze beyder Augen. §. 284.
Ursprung und Verbesserung des Schielens. §. 285.
Ersetzung des Abgangs der crystallenen Feuchtigkeit durch Gläser. §. 286.

Innhalt.

2. Abschnitt.

Practische Betrachtung der Fernröhren.

Die Gründe, warum man auf die Fernröhre gefallen. §. 287.
Erster Grund aller Fernröhren in einem einfachen Glase. §. 288.
Verbesserung durch ein 2tes Glas, und was dabey zu beobachten. §. 289.
Die tauglichste Verhältniß mehrerer Gläser für mancherley Augen, aus der gewohnten Oeffnung des Auges hergeleitet. §. 290.
Und solches zwar in dem Sternrohr. §. 291. 292.
In dem Erdrohr mit erhabenen Gläsern. §. 293.
Im holländischen Fernrohr. §. 294. 295.
Vergleichung der guten Augen mit den kurzsichtigen und überweitsichtigen, in Absicht auf die Fernröhre; und Bestimmung der Gläser zu einer Gleichstellung des Sehens. §. 296. 297.
Practische Art die Vergröserung der Fernröhren zu bestimmen. §. 298.
Irriger und rechter Begriff von der Vergröserung der Fernröhren. §. 299.
Röhre, Fassungen, Bedeckungen, Blendungen, und Gestelle der Fernröhren. §. 300 -- 304.
Das Micrometer. §. 305.
Gedoppelte Fernröhren. §. 306.

---

3. Abschnitt.

Practische Betrachtung der Vergröserungs-Werkzeuge, und zwar erstlich derer, wordurch das Auge schauet.

Eintheilung der Vergröserungs-Werkzeuge. §. 307.
Tüchtige Oeffnungen der einfachen Vergröserungsgläser §. 308.

Hel-

Innhalt.

Helligkeit der aus 2 Gläsern bestehenden Vergrösserungs-Werkzeuge. §. 309.
Undeutlichkeit derselben. §. 310.
Die Verhältniß mehrerer Gläser gegeneinander für mancherley Augen, in Vergrösserungs-Werkzeugen. §. 311.
Und zwar in solchen, die 2 Gläser haben. §. 312.
Wo 3 und mehrere Gläser verbunden werden. §. 313—316.
Beleuchtung der Gegenstände, die durch Vergrösserungs-Werkzeuge betrachtet werden. §. 317—323.
Fassungen und Gestelle der Vergrösserungs-Werkzeuge. §. 324.
Blendungen derselben. §. 325.
Werkzeuge, die Gegenstände an die Vergrösserungsgläser zu bringen. §. 326.
Anwendung des Micrometers bey Vergrösserungs-Werkzeugen. §. 327.

4. Abschnitt.

Practische Betrachtung der Vergrösserungs-Werkzeuge, die den Gegenstand auf einer weissen Wand abbilden, an welcher ihn die blosen Augen vergrösert betrachten.

Allgemeine Beschaffenheit und Eintheilung dieser Werkzeuge. §. 328.
Bestimmung der Brennweite des Vergrösserungsglases aus der Vergrösserung. §. 329.
Beleuchtung der Gegenstände im Sonnenvergröserer. §. 330.
Beleuchtung in der Zauberlaterne. §. 331.
Die Gegenstände der Zauberlaterne. §. 332.
Die Gegenstände des Sonnenvergröserers. §. 333.
Fassung, Bedeckungen und Blendungen der Gläser. §. 334.

Innhalt.

Regierwerk der Beleuchtung des Sonnenvergröserers. §. 335.
Andere Art desselben. §. 336.
Reflectirendes Sonnenvergröserungs=Glas. §. 337.
Noch eine Art des Sonnenvergröserers. §. 338.
Micrometer zu dem Sonnenvergröserer. §. 339.
Einrichtung der Zauberlaterne. §. 340.
Das Helioscopium. §. 341.
Beschaffenheit der Wand. §. 342.
Anwendung des bisherigen Unterrichts in Glas auf andere durchsichtige Materien. §. 343.

---

5. Abschnitt.

Von dem Nutzen der sphärischen Gläser.

Bestimmung des Vorhabens. §. 344.
Nutzen der sphärischen Gläser in der Sternkunst. §. 345.
In der Naturgeschichte. §. 346.
In der Zeichnungs= und Mahlerkunst. §. 347.
In der Meßkunst. §. 348.
In der Verbesserung der Augen. §. 349.
Zum Anzünden, Schmelzen ꝛc. vermittelst der Brenngläser. §. 350.
Zum Beleuchten im gemeinen Leben. §. 351.
Nutzen der Kenntniß des Augenbetrugs im gemeinen Leben. §. 352.
Vornehmlich aber zur Ehre des Schöpfers und Erhalters aller Dinge. §. 353.

Das

Das erste Buch
Von den Eigenschaften der sphärischen Gläser.

Der erste Abschnitt
Von den gebrochenen Lichtstrahlen überhaupt.

§. 1.

Mein gegenwärtiges Vorhaben ist, die Eigenschaften, und den daraus fliessenden Gebrauch der sphärischen Gläser, den Anfängern, auf eine leichte, doch für sie hinlängliche Art, zu zeigen. Ich werde also hiemit den grösten und nützlichsten Theil der Dioptrik abhandeln, welche den Weg bestimmen lehret, den die gebrochene Lichtstrahlen nehmen, indem sie die Flächen des brechenden Mittels durchgehen, und weiter bis in unser Auge, nach der durch das Brechen geänderten Richtung, kommen.

§. 2.

Ich nehme hier aus der Erfahrung an: 1) daß wir nur das sehen, wovon in gerader Linie, mittelbar oder unmittelbar, Lichtstrahlen in unser Auge fallen können. 2) daß ein leuchtender Punkt auf allen Seiten gesehen werde. 3) daß ein jeder Lichtstrahl, der von einem gewissen Punkte ausgehet, ein Bild des Punktes entwerfe, von welchem er ausgegangen

ist, wenn er auf einer ihme entgegen stehenden Fläche aufgefangen wird.

§. 3.

Man kann sich also die Lichtstrahlen unter geraden Linien vorstellen, und einen leuchtenden Punkt als den Mittelpunkt einer Kugel ansehen, deren Radii die Lichtstrahlen sind. Auch erhellet daraus, daß das Bild eines leuchtenden Punkts desto lebhafter erscheinen müsse, je mehrere von Einem Punkte ausgehende Strahlen wieder in Einem andern Punkte vereiniget werden.

§. 4.

Die aus Einem Punkte in gerader Linie ausgehende Strahlen können sich nicht wieder in Einem Punkte vereinigen, es seye denn, daß sie entweder von einer Fläche unter solchen Winkeln zurückgeworfen werden, die sie zusammen leiten; oder daß sie, im Durchgang durch eine durchsichtige Materie, eine andere Richtung annehmen, und in einer andern geraden Linie fort- und ausgehen, als sie eingefallen sind. Die erstere Art wird in der Katoptrik gelehret; die letztere aber gehört zu dem gegenwärtigen Zwecke, und heißt **Refraction**, oder das Brechen der Lichtstrahlen.

§. 5.

Die Erfahrung zeiget, daß die Lichtstrahlen nur alsdenn gebrochen werden, wenn sie aus einer dünneren durchsichtigen Materie in eine dichtere, oder aus einer dichteren in eine dünnere übergehen; z. E. aus der Luft in Glas, Wasser ꝛc. und umgekehrt, aus Glas, Wasser ꝛc. in die Luft: doch auch dieses nur, wenn sie nicht senkrecht, sondern schief auf die brechende Fläche einfallen.

§. 6.

Tab. I. Fig. 1. Es sey Tab. I. Fig. 1. a d c f die dünnere, und b d c f die dichtere Materie: so wird d c f die brechende Fläche von beyden seyn, und a b wird, als ein senkrechter Strahl, ungebrochen durch c fortgehen.

Fäl-

Fället aber ein schiefer Strahl gc, aus der dünneren auf die dichtere Materie, in c ein: so gehet er nicht in der geraden Linie cr fort, sondern wird in ch gebrochen, gegen den senkrechten Strahl ab.

Hingegen wenn der schiefe Strahl hc, aus der dichteren auf die dünnere Materie, in c einfällt: so gehet er nicht in ci fort, sondern wird in cg, von dem senkrechten Strahl ba hinweg, gebrochen.

Der Winkel acg, den der einfallende Strahl gc mit dem senkrechten Strahl ab macht, heißt der **Einfallswinkel**; der Winkel bch aber, den der gebrochene Strahl ch mit dem senkrechten Strahl ab macht, wird der **Brechungswinkel** genennt. Ist hingegen hc der einfallende Strahl: so ist bch der Einfallswinkel, und acg der Brechungswinkel.

§. 7.

Der Einfallswinkel und der Brechungswinkel stehen nicht in einer beständigen gleichen Verhältnis ihrer Grade, sondern ihrer Sinusse, gegen einander. Wenn also ein Einfallswinkel A heißt, und sein Brechungswinkel a; ein anderer Einfallswinkel B, und sein Brechungswinkel b: so kann man, nach der Erfahrung, nicht sagen A : B = a : b, sondern sin. A : sin. B = sin. a : sin. b.

§. 8.

Man hat durch richtige Versuche bestimmt, daß der Sinus des Einfallswinkels sich zu dem Sinus des Brechungswinkels verhalte, aus der Luft in das

Glas, wie	31 :	20	bey nahem, wie	3 :	2
Regenwasser	529 :	396	— — —	4 :	3
Eiß — —	1000 :	713	— — —	7 :	5
rect. Weingeist	100 :	73	— — —	10 :	7
Baumöl —	22 :	15	— — —	7 :	5
Diamant —	100 :	41	— — —	10 :	4

Selbst bey verschiedenem Glase hat sich noch ein Unterschied des Brechens der Lichtstrahlen gefunden.

§. 9.

Die 1 Aufgabe.

Aus der gegebenen Refractions-Verhältnis, und dem Einfallswinkel aus einer dünneren auf eine dichtere Materie, den Brechungswinkel zu bestimmen.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

Tab. I. Fig. 1.

1. Ziehet die brechende Fläche df, und durchschneidet sie mit ab unter rechten Winkeln.
2. Machet, aus dem Durchschnitte c, einen beliebigen Quadranten ad, und ziehet den einfallenden Strahl gc unter dem gegebenen Einfallswinkel acg.
3. Aus g, wo der einfallende Strahl den Quadranten schneidet, ziehet mit ac eine Parallele gs auf die brechende Fläche df.
4. Theilet cs in so viele gleiche Theile, als das grösere Glied der gegebenen Refractions-Verhältnis anzeiget; also bey Glas in 3 Theile.
5. Aus dem Theilungspunkte, vom Perpendikel ab an, den das kleinere Glied der gegebenen Verhältnis bemerkt, also bey Glas aus t dem 2ten von c an, ziehet ti parallel mit ac oder gs.
6. Endlich ziehet aus i, dem Punkte, wo ti den Quadranten schneidet, durch c, die Linie ih: so ist ch der gebrochene Strahl des einfallenden gc; folglich bch = ica der gesuchte Brechungswinkel.

2) durch Rechnung.

Suchet den Sinum des in Graden gegebenen Einfallswinkels in den Tabulis Sinuum auf; multipliciret ihn mit dem kleineren Gliede der Refractions-Verhältnis, also in Glas mit 2; dividiret das Product durch das grösere Glied der Refractions-Verhältnis, also in Glas durch 3; und suchet den Quotienten wieder in den Tabulis Sinuum auf, neben welchem der verlangte gebrochene Winkel in Graden stehet.

§. 10.

Die 2. Aufgabe.

Aus der gegebenen Refractionsverhältnis, und dem Einfallswinkel aus einer dichteren auf eine dünnere Materie, den Brechungswinkel zu bestimmen.

Auflösung 1) durch Zeichnung. Tab. I.

1. Ziehet die brechende Fläche df, und durchschneidet sie mit ba unter rechten Winkeln. Fig. 1.
2. Machet aus c einen beliebigen Quadranten bf, und ziehet den aus der dichteren Materie einfallenden Strahl hc unter dem gegebenen Einfallswinkel bch.
3. Aus h ziehet hx mit bc parallel.
4. Theilet cx, nach Anzeige des kleineren Glieds der gegebenen Verhältnis in gleiche Theile, also bey Glas in 2.
5. Traget aus c in z so viele von den Nro. 4. bestimmten gleichen Theilen, als das gröfere Glied der Verhältnis erfordert, in Glas 3, und machet zr mit hx oder bc parallel.
6. Endlich ziehet aus r durch c die Linie rg: so ist cg der gebrochene Strahl des einfallenden hc; folglich acg = bcr der gesuchte Brechungswinkel.

Denn in beyden Fällen §. 9 und 10. sind gm und ur die Sinusse der Winkel des gröseren Glieds der Refractionsverhältnis; ik und hy aber des kleineren.

2) Durch Rechnung.

Suchet den Sinum des in Graden gegebenen Einfallswinkels in den Tabulis Sinuum auf; multipliciret ihn mit dem gröseren Gliede der Refractionsverhältnis, also in Glas mit 3; dividiret das Product durch das kleinere Glied der Verhältnis, in Glas durch 2; und suchet den Quotienten wieder in den Tabulis Sinuum auf, neben welchem ihr den gesuchten Winkel in Graden findet.

§. 11.

Wenn der einfallende Strahl gc, nachdem er in Tab. I. Fig. 1.

ch gebrochen worden, wieder in eben die dünnere Materie fähret, aus welcher er auf die dichtere in c eingefallen, doch so, daß die beyden Flächen df und βγ, welche die dichtere Materie einschliessen, mit einander parallel lauffen: so gehet er mit seinem ersteren Einfall parallel in hα fort. Denn er gehet unter dem Winkel acg = bcr aus; und diesem ist der Winkel bph gleich, wenn ph mit cr parallel laufft.

Dieses ist der Fall der Gläser ꝛc. mit ebenen, unter sich parallelen brechenden Flächen, die man sich unter den Parallelen df und βγ vorstellen kann.

§. 12.

Nicht alle in einem Quadranten der dünneren Materie; noch weniger alle in dem Verticalquadranten der dichteren Materie einfallende Strahlen, werden gebrochen, wenn sie auch gleich schief einfallen: sondern die Refraction hat ihre **Schranken**, die ich, so gleich in der Anwendung auf Glas, zeigen will.

Tab. I. Fig. 1. Die alleräusserste Gränze, die ein aus der dünneren auf die dichtere Materie einfallender Lichtstrahl haben kann, ist der Fall, wo der einfallende Strahl dc wird, und also in die brechende Fläche df fällt.

Hier müßte, nach §. 9, dc in 3 gleiche Theile getheilet, und aus o, dem 2ten Theilungspunkte von c an, die Parallele ol mit ca gezogen werden; da denn die Linie lcq den gebrochenen Strahl cq, und zugleich den Brechungswinkel bcq, bestimmen würde. Dieser hält, nach genauer Berechnung, 41°, 48′. Da aber dieses der Fall ist, wo die Refraction ganz aufhöret: so mus dieser Winkel, als die Gränze einer würklichen Refraction, noch kleiner seyn, und wird insgemein höchstens auf 40 Grade gesetzt.

Wenn hingegen der Strahl qc aus dem Glase in c auf die Luft einfiele: so würde, nach §. 10, der gebrochene Strahl cd werden, und also in die brechende Fläche df fallen; folglich hier die alleräusserste

ſerſte Gränze des Einfallswinkels 41°, 48′, des Brechungswinkels aber 90 Grade ſeyn, wo nehmlich die Refraction gänzlich aufhöret.

Endlich würde ein jeder Strahl, der zwiſchen d und n, oder f und q, aus dem Glaſe auf c einfiele, in dem Glaſe bleiben, und nicht mehr nach dem Geſetz der Refraction, ſondern der Reflexion gehen, und alſo von der Fläche des Glaſes df, unter dem Einfallswinkel, in den anliegenden Quadranten, folglich wieder in das Glas abſpringen, und erſt nach dem Abſprung, bey dem Ausgang aus dem Glaſe in die Luft, gebrochen werden.

§. 13.

Wenn der Sinus gm bey dem einfallenden Strahl gc gänzlich mangelt, und alſo gc in ac fällt: ſo hat auch der gebrochene Strahl ch keinen Sinum hy mehr, ſondern fällt in cb. Es geſchiehet alſo bey dem auf die brechende Fläche ſenkrecht einfallenden Strahl ab oder ba keine Refraction. Tab.I. Fig. I.

§. 14.

Da man eine krumme Fläche betrachten kann, als wenn ſie aus ſehr kleinen ebenen Flächen beſtünde: ſo kann man ſich den Ort c, in welchem das Strahlenbrechen geſchiehet, als eine kleine ebene Fläche vorſtellen; und man hat nur wohl Achtung zu geben, was für eine Linie ſenkrecht auf dieſer kleinen Fläche ſtehe? Bey dem Cirkel, und alſo auch bey der Kugel, iſt dieſe ſenkrechte Linie allezeit der Radius des Cirkels oder der Kugel. Tab.I. Fig. I.

Dieſemnach hat man den auf den Cirkelbogen ecw in c einfallenden Strahl gc noch eben ſo, wie bisher, da er auf die Linie df fiel, anzuſehen, als welche nur die verlängerte kleine gerade Linie iſt, worauf der Strahl gc ſchief einfällt.

Der zweyte Abschnitt.

Von der Verhältnis mehrerer gebrochenen Strahlen, unter sich, und gegen ihre einfallende.

§. 15.

Mehrere Lichtstrahlen sind entweder unter sich parallel; oder sie stosen unter Winkeln zusammen. Man kann sie also nach den Flächen, wovon sie ausgehen, oder auf die sie fallen, als geometrische Körper betrachten, und entweder als ein Prisma, oder als eine Pyramide ansehen. Doch, da man es, bey dioptrischem Gebrauch, fast nur allein mit Cirkelflächen zu thun hat: so sind nur die Benennungen der **Strahlen-Cylinder**, oder Walzen, und der **Strahlenkegel** üblich und brauchbar; jene bey parallelen, diese bey divergirenden oder convergirenden Strahlen.

§. 16.

Der Ort, wo mehrere Strahlen zusammenstosen, oder zusammenstosen würden, wenn sie bis zu ihrer Vereinigung fort- oder zurücke giengen, wird der **Vereinigungspunkt** genennt.

Den Vereinigungspunct der gebrochenen parallelen Strahlen heißt man besonders den **Brennpunkt** derselben. Dieser ist **positiv**, wenn die einfallenden Strahlen und der Brennpunkt auf verschiedenen Seiten des Glases stehen; und **negativ**, wenn die einfallenden Strahlen und der Brennpunkt auf eben dieselbe Seite des Glases fallen.

Der Abstand des Vereinigunspunkts von dem Glase, heißt die **Entfernung**: der Abstand des Brennpunkts vom Glase aber wird besonders die **Brennweite** des Glases genennet.

§. 17.

Tab. I. Fig. 2. Parallele Lichtstrahlen def, oder Strahlen-Cylinder, die auf eben dieselbe ebene Fläche ac einfallen, oder

oder davon ausgehen, bleiben sich immer parallel, und bilden nach dem Brechen wieder einen Strahlen-Cylinder in g h i, wie in d e f vor dem Brechen. Denn wie einer der parallelen Strahlen auf einerley Fläche gebrochen wird; eben so werden alle gebrochen.

§. 18.

Wenn aber mehrere schiefe Strahlen, aus einer dünneren Materie auf die ebene Fläche qd einer dichteren, so einfallen wie ic, daß sie in gerader Linie fortgesetzt sich alle in einem gewiesen Punkte f der senkrechten Linie ph vereinigen, und also einen Kegel bilden würden: so werden sie sich nach dem Brechen in einem andern Punkte h der Linie ph wirklich vereinigen; und der Punkt h wird bey nahem nach dem grösern Glied der Refractionsverhältnis, der Punkt f aber, bey nahem, nach dem kleinern Glied derselben von q abstehen, so daß also q h und q f bey nahem die Refractionsverhältnis ausdrucken, und q f in Glas $\frac{2}{3}$ von q h beträgt. Tab.I. Fig.3.

Hingegen wenn in der dichteren Materie alle Strahlen aus h ausgiengen: so würden sie, nach dem Brechen auf der Fläche q d, eben so in der dünneren Materie fortgehen, als wenn sie alle in gerader Linie aus f ausgegangen wären. Also müßte in Glas hc in c i gebrochen werden, welches c i zuruckgezogen in f fallen würde.

Kraft der ähnlichen Triangel h q c und f q r, auch f q c und c i o, verhält sich h q: f q = q c: q r, q c: q r = c o: c n, c o: c n bey nahem = m i: k g; und also auch bey nahem h q : f q = m i : k g.

§. 19.

Eine ebene Fläche kann also wohl schiefe Lichtstrahlen vereinigen, und einen auf sie einfallenden Lichtkegel in einen andern, durch das Brechen, verwandeln: aber sie kann niemals die auf sie einfallende parallele

Strahlen durch das Brechen vereinigen, und aus einem Lichtcylinder einen Lichtkegel bilden. Doch können solches mehrere ebene Flächen, die unter einem Winkel zusammen stosen, thun.

Tab.I. Fig.4. Es sey Fig. 4. mdhkl ein Stück Glas; auf die obere ebene Fläche dh falle ein Strahl ab senkrecht ein, und gehe also, nach §. 13. ungebrochen in f fort; auf die schiefe Fläche hk falle ein mit ab paralleler Strahl gc in c ein: so wird der gebrochene Strahl cf nach der Richtung if (§. 9.) gehen, und sich mit af in f vereinigen.

§. 20.

Wollte man mehrere, mit dem senkrechten parallele, Strahlen, die in verschiedenen Entfernungen von dem senkrechten einfielen, in Einem Punkte vereinigen: so müßte man eben so viele ebene Flächen, unter tauglichen Winkeln miteinander verbinden. Der nächste Gedanke mus also dieser seyn: man verbinde unendlich kleine ebene Flächen unter gewissen Winkeln, das ist, man lasse parallele Strahlen auf eine krumme Fläche einfallen.

§. 21.

Man fiel ganz natürlich dißfalls zu erst auf den Cirkel, oder vielmehr die Kugel; man versuchte es, da der Cirkel nicht eben die krumme Linie ist, welche viele parallele Strahlen pünktlich vereiniget, auch mit andern krummen Linien, sonderlich mit den Kegelschnitten: doch machten die allzugrose Schwierigkeiten, Gläser von dieser Art in genauer Form zu verfertigen, und noch andere Anstände, daß man bey dem Cirkel blieb.

§. 22.

Fig. 5. Es sey denn nun Fig. 5. dklm ein dichter Cylinder von Glas, und endige sich oben in den Kugelabschnitt dbkt; so kann man sich den Punkt b als eine kleine, mit dem Schnitte dk parallele, Fläche vor-

vorstellen, wordurch der darauf senkrecht einfallende Strahl ab ungebrochen gehet. §. 13.

Es falle ferner gc parallel mit ab in c ein: so ist die senkrecht auf c fallende Linie der Radius rc des Bogens dbk. (§. 14.) auf diesem Radio rc stehet qc senkrecht, und es ist also qc die fortgesetzte kleine Fläche, die man sich in c vorstellen muß. Der Strahl gc fällt schief auf diese Fläche, und der Quadrant pcq bestimmt durch die Linie ic (§. 9.) den gebrochenen Strahl cf, der sich also mit dem ungebrochenen af in f vereiniget.

§. 23.

Eine gerade Linie, die durch den Mittelpunkt einer Kugel gehet, heißt die Axe der Kugel. Diese Benennung ist auch bey einem Abschnitte der Kugel, dergleichen dbkt ist, üblich. Die Linie af, welche die Sehne dk des Bogens dbk in t in 2 gleiche Theile theilet, und also durch den Mittelpunkt der Kugel r gehet, wird die **Hauptaxe** eines sphärischen Glases genennt. Eine jede andere Linie aber, welche diese Hauptaxe af an oder in einem sphärischen Glase schneidet, heißt die **Seitenaxe**. Tab.I. Fig.5.

§. 24.

Der auf eine kugelförmige Materie einfallende Lichtstrahl fähret entweder aus der dünneren Materie in die dichtere; oder aus der dichtern in die dünnere: und in diesen beyden Fällen entweder auf die erhabene, oder auf die hohle Seite des brechenden Mittels. Es giebt hier also einen vierfachen Unterschied, wovon einer §. 22. Fig. 5. gezeigt worden; wo nehmlich der Lichtstrahl aus der dünneren Materie, auf eine sphärisch erhabene dichtere einfällt. Wir wollen nun auch die übrigen drey Fälle sehen, und alsdann alle vier näher erwägen.

§. 25.

Es sey Fig. 6. dklm ein dichter Cylinder von Glas, und endige sich oben in die kugelförmige Ver- Tab.I. Fig. 6.

tiefung

tiefung dbk: so wird die Hauptaxe fa ungebrochen durchgehen, §. 13. Nun falle ein Strahl gc, mit der Hauptaxe fa parallel, in c, auf die brechende hohle Fläche ein: so ist rc, der Radius der Höhlung, die auf c senkrecht stehende Linie, §. 14. Auf diesem Radio stehet cq senkrecht, und ist als die fortgesetzte kleine Fläche in c anzusehen. Der Strahl gc fällt schief auf diese Fläche; er wird also gebrochen, und der Quadrant rcq bestimmt durch die Linie ic, nach §. 9. den gebrochenen Strahl cn, welcher sich von der Hauptaxe entfernet, und nur zurückgezogen mit derselben in f, und also negativ §. 16. vereiniget.

§. 26.

Tab.I. Fig. 7. Es sey Fig. 7. abcu ein Stück Glas, auf der einen Seite eben, und auf der andern kugelförmig erhaben; rf sey die Hauptaxe; mit derselben falle ein Strahl gc parallel, aus der Luft, auf die ebene Fläche auc des Glases ein: so wird er, weil er senkrecht auf die ebene Fläche fällt, ungebrochen, bis auf die hohle Kugelfläche abc, im Glase fortgehen §. 13. und erst daselbst in c gebrochen werden. Die senkrechte Linie auf c ist der Radius rc §. 14. und auf demselben stehet cq, die fortgesetzte kleine Linie in c, senkrecht. Auf diese Fläche fällt der einfallende Strahl gc schief, und wird also in die Luft gebrochen, und der Quadrant rcq bestimmt, nach §. 10. durch die Linie ic, den gebrochenen Strahl cf, der sich in f mit der Hauptaxe positiv vereiniget.

§. 27.

Tab.I. Fig. 8. Endlich sey fig. 8. abcu ein Stück Glas, auf der einen Seite eben, und auf der andern kugelförmig hohl; rf sey die Hauptaxe; mit derselben falle ein Strahl gc, aus der Luft, auf die ebene Fläche des Glases, parallel ein: so wird er ungebrochen, bis auf die erhabene Fläche abc, im Glase fortgehen

§. 13.

§. 13. und erst daselbst in c gebrochen werden. Die senkrechte Linie auf c ist der Radius rc §. 14. und auf demselben stehet cq senkrecht. Auf die Fläche in c, oder auf cq, fällt der einfallende Strahl gc schief, er wird also in die Luft gebrochen, und der Quadrant pcq bestimmt, nach §. 10. durch die Linie ic, den gebrochenen Strahl cn, welcher sich von der Hauptaxe fr entfernet, und nur ruckwarts mit derselben in f, und also negativ §. 16. vereiniget.

§. 28.

In fig. 5 und 6 ist, wegen der Parallellinien af und gc, der Winkel gcp in der erstern und gcr in der andern Figur gleich dem Winkel brc; oder, der Einfallswinkel ist gleich dem Winkel, welchen der auf den Einfallspunkt c gezogene Radius rc mit der Hauptaxe af macht.

Ferner ist, in diesen beyden Figuren, der Winkel icp in der erstern und icr in der andern Figur gleich dem Winkel fcr; das ist, der Brechungswinkel ist gleich dem Winkel, den der auf den Einfallspunkt c gezogene Radius rc mit dem gebrochenen Strahl cf macht.

Endlich ist gci gleich cfb, vermittelst der Winkel ecf in der erstern und gcf in der andern Figur; oder, der Unterschied des Einfalls- und Brechungswinkels ist gleich dem Winkel, den der gebrochene Strahl mit der Hauptaxe macht.

In der 7 und 8 Figur aber ist gcr in der erstern und gcp in der andern gleich brc; oder der Brechungswinkel ist gleich dem Winkel, den der auf den Einfallspunkt c gezogene Radius rc mit der Hauptaxe rf macht.

Ferner ist gci gleich bfc in beyden Figuren; das ist, der Unterschied des Einfalls- und Brechungswinkels ist gleich dem Winkel, den der gebrochene Strahl cf mit der Hauptaxe rf macht.

Endlich ist, Fig. 7, rci = rcg + gci = brc + bfc, und

Fig.

Fig. 8, pci = pcg + gci = brc + bfc; oder, der Brechungswinkel ist gleich der Summe der Winkel, die der auf den Einfallspunkt c gezogene Radius rc, und der gebrochene Strahl cf mit der Hauptaxe rf machen.

§. 29.

Tab. VI. Fig. 48

Wenn zween Winkel fcd und bca miteinander sollen verglichen werden: so müßte es durch die Grade der Bogen do und am Fig. 48. geschehen. Man will aber die Vergleichung, zu mehrerer Bequemlichkeit, in geraden Linien machen; da kann man denn bey kleinen Winkeln, dergleichen die in der Dioptrik brauchbare meistens sind, ohne merklichen Fehler, anstatt der Bogen do und am, ihre Tangenten df und ab gebrauchen. Doch muß diese Vergleichung der Winkel, in Linien, an einerley Ort geschehen; weil eine grösere und kleinere Linie nicht eine gleiche Anzahl der zu ihrem Maas angenommenen Theile haben, wie verschiedene Bogen zwischen einem Winkel eine gleiche Anzahl der Grade.

Es sey nun dieser gemeinschaftliche Ort d; so wird ab daselbst, um den Winkel bca zu messen, die Grösе dg bekommen, und also df das Maas des Winkels fcd, dg aber das Maas des Winkels gcd in d werden. Es verhalten sich also diese beyde Winkel gegeneinander wie df zu dg. Rücket df, auf der Linie cd, mit sich selbst parallel, in ab; so mißt eben dasselbe df beyde Winkel, aber in verschiedenen Entfernungen von der Spitze dieser Winkel, und zwar den grösern in ca, den kleinern aber in cd. Nun verhält sich, in den ähnlichen Triangeln acb und dcg,

dg: ab = cd: ca, und da ab in d = df

dg: df = cd: ca, endlich da df in a, oder ab = dg zu achten, ab: df = cd: ca. Wenn demnach ein kleinerer und gröserer Winkel mit einerley Linie, nehmlich mit dem Perpendikel zwischen zwey Parallellinien, gemessen wird, in verschiedenen Entfernungen von der Spitze

der

der Winkel: so verhalten sich diese Winkel verkehrt, wie erstgemeldte verschiedene Entfernungen. Z. E. Es sey ca = 1, cd = 2; so verhält sich der Winkel fcd zum Winkel bca, wie 1 : 2. Man vergleiche hiemit unten §. 189. 191.

§. 30.

Wir wollen diesen Satz auf die vier Fälle Fig. 5. 6. 7. 8. anwenden. In allen ist cu das gemeinschaftliche Maas der Winkel brc und bfc. Nach §. 29. verhalten sich also diese Winkel gegeneinander verkehrt, wie die Entfernungen ihrer Spitzen von ihrem gemeinschaftlichen Maas cu; das ist brc: bfc = uf: ur. Nun ist, nach §. 28, in Fig. 5. und 6. brc dem Einfallswinkel, und in Fig. 7 und 8, dem Brechungswinkel; bfc aber, in allen vier Figuren, dem Unterschiede zwischen dem Einfalls- und Brechungswinkel gleich: also verhält sich, in Fig. 5 und 6, uf: ur, wie der Einfallswinkel; und in Fig. 7 und 8, wie der Brechungswinkel, zu dem Unterschiede des Einfalls- und Brechungswinkels. In Glas ist uf: ur, Fig. 5 und 6, wie 3 : 1; Fig. 7 und 8 aber, wie 2 : 1.

Wenn man, in Fig. 5 und 6, ur, so den Unterschied vorstellt, von uf, das den Einfallswinkel ausdruckt, abziehet: so bleibt die Linie rf übrig, welche den Brechungswinkel anzeigt.

Wenn man aber, in Fig. 7 und 8, ur zu uf addirt: so stellt rf den Brechungswinkel vor.

Also verhält sich rf: uf in beyden ersteren Fällen, wie das kleinere Glied der Refractionsverhältnis zum grösern, in Glas wie 2: 3; in beyden letzteren Fällen aber wie das grösere Glied zum kleineren, in Glas wie 3: 2.

§. 31.

Wenn der Winkel bfc in allen vier Fällen sehr klein ist, und nur etwa 7 oder höchstens 10 Grade

ent-

enthält: so wird der Unterschied zwischen fb und fc, auch zwischen rb und rc so klein, daß man fb = fc und rb = rc setzen kann. In solchem Fall, und also noch mehr bey allen kleineren Winkeln, ist bf: rf die Refractionsverhältnis, in allen vier Fällen Fig. 5. 6. 7. 8.

Je mehr sich der Einfallspunkt c von der Hauptaxe entfernet, das ist, je gröser cu gegen den Radium cr = rb wird; desto kleiner wird ur, und also auch rf.

§. 32.

Nimmt man, in Glas, für den Winkel brc, Fig. 5. 6. 7. 8. den der auf den Einfallspunkt gezogene Radius rc mit der Hauptaxe bf macht, 20 Grade an: so wird der Winkel bfc niemals gröser, als er nach §. 31. seyn kann, um alle zwischen b und c einfallende parallele Strahlen, in dem Punkte f, sehr erträglich zu vereinigen.

Dieser Winkel, von 20 Graden, schneidet also die halbe Breite des Glases ab. Wenn man aber die ganze brauchbare Breite eines sphärischen Glases bestimmen will: so ziehe man mit dem gegebenen Radio des Cirkels, oder der Kugel, einen Bogen; aus dem Mittelpunkte ziehe man ferner zween Radios, welche einen Winkel von 40 Graden einschliessen; und wo diese den Bogen durchschneiden, ziehe man die Sehne.

Will man vielerley Breiten der Gläser mit einem male bestimmen: so ziehe man mit vielerley gegebenen Radiis concentrische Cirkel, und aus dem gemeinen Mittelpunkte zween Radios, die einen Winkel von 40 Graden abschneiden, und durch alle diese concentrische Cirkel gehen: die gezogene Sehnen werden alsdann die verlangte Gläserbreiten bestimmen.

Verlangt man aber die Breite der Gläser nur allein mit dem Cirkel und Lineal zu bestimmen: so theile man den Radium der Kugelfläche in 3 gleiche

Theile,

Theile, und gebe der halben Breite des Glases einen dieser Theile. Denn so bekommt der Winkel brc 18 Grade und 26 Minuten, und ist daher tüchtig, in allen Fällen eine völlig brauchbare Breite der sphärischen Gläser zu bestimmen, und zwar die gröste.

Wer sich die letztere Art noch bequemer machen will, trage Fig. * auf eine gerade Linie a 5 einen beliebigen Zoll a 1, und theile ihn in 3 gleiche Theile; einen dieser Theile b 1 richte man senkrecht in 1 auf, und ziehe aus a durch b die gerade Linie a g; endlich trage man a 1 und a b so oft auf a 5 und a f fort, als es beliebt: so darf man, in jedem Fall, nur den gegebenen Radium der Kugelfläche auf der Linie a 5 suchen, da dann die durch die Theilungspunkte gezogene Querlinien b 1, c 2, d 3 ꝛc. die halbe Breite des Glases in Zollen anzeigen. Bey kleinen Gläsern ist nöthig, die Zolle noch in Linien zu theilen. Tab. I. Fig. *

Der dritte Abschnitt.

Von den mancherley Arten der sphärischen Gläser.

§. 33.

Der sphärischen Gläser müssen eben so viele Arten möglich seyn, als oft ebene Flächen mit Kugelflächen, und Kugelflächen wieder mit Kugelflächen können verbunden werden. Es giebt also Gläser Fig. 10. Tab. II Fig. 10

A. die auf der einen Seite erhaben, und auf der andern eben sind (convexo-plana)

B. Die auf der einen Seite hohl, und auf der andern eben sind (concavo-plana.)

C. Die auf beyden Seiten gleich erhaben sind (utrinque æqualiter convexa.)

D. Die auf beyden Seiten ungleich erhaben sind. (utrinque inæqualiter convexa.)

E. Die auf beyden Seiten gleich hohl sind (utrinque æqualiter concava.)

F. Die auf beyden Seiten ungleich hohl sind. (utrinque inæqualiter concava.)

G. Die auf der einen Seite erhaben, und auf der andern hohl sind (Menisci) und zwar erstlich, wenn die erhabene und hohle Fläche einerley Mittelpunkt haben, und also parallel lauffen.

H. Wenn die hohle Fläche von einer grösern Kugel ist, als die erhabene.

I. Wenn die erhabene Fläche von einer grösern Kugel ist, als die hohle.

K. Die Kugel selbst (Sphæra.)

§. 34.

Tab.II Fig.10 Man zerschneide eine Kugel k nach ihrem grösten Cirkel gh, oder aber, mit diesem Schnitte parallel, in ef, cd, ab, und so ferner; so erhält man lauter planconvexe Gläser ghm, efm, cdm, abm ꝛc. welche nur nach ihrer Breite und Dicke unterschieden, nach ihren Eigenschaften aber für eben dasselbe Glas zu achten sind, indem ihre erhabene Fläche aus eben demselben Radio entstanden.

Man unterscheidet also die sphärischen Gläser voneinander nicht nach ihrer Breite und Dicke, sondern nach dem Radio ihrer erhabenen oder hohlen Fläche. Ein Glas, das 1 Zoll breit ist, kann eben die Eigenschaften haben, die ein anderes hat, dessen Breite 1 Fuß beträgt, wenn beyde aus einerley Radio entstanden sind.

Stellt man sich die Kugel k hohl vor, und ziehet durch m, mit den Abschnitten ab, gh ꝛc. eine Parallele: so erlangt man lauter planconcave Gläser, die nach ihren Eigenschaften einander gleich, und nur nach ihrer Breite und Dicke unterschieden sind.

§. 35.

§. 35.

Das planconvexe, und das planconcave Glas, sind der Grund zu allen übrigen sphärischen Gläsern: Denn man kann sich diese alle, als aus jenen beyden zusammengesetzte, vorstellen; wie von C bis I die Linie a b anzeiget. So bestehet das Glas C, und auch das Glas D, aus zwey planconvexen Gläsern; das Glas E, und auch das Glas F, aus zwey planconcaven Gläsern; die Gläser G, H und I aber aus einem planconvexen und planconcaven Glase; ja die Kugel F selbst kann betrachtet werden, als wenn sie aus zwey planconvexen Gläsern zusammengesetzt wäre, welche der halben Kugel gleichen. Tab. II Fig. 10

Es lassen sich also auch die Eigenschaften aller sphärischen Gläser aus den Eigenschaften der Planconvexen und Planconcaven herleiten: und ein Anfänger, der diese wohl gefaßt hat, wird sich leicht in die Eigenschaften aller sphärischen Gläser finden können.

§. 36.

Damit die ebene Seite eines Glases, mit dessen erhabenen oder hohlen Seite, könne verglichen werden; macht man sie von einerley Art mit diesen, indem man sie als eine Kugelfläche ansiehet, deren Radius unendlich groß ist.

Der vierte Abschnitt.

Von den Eigenschaften der sphärischen Gläser, in Absicht auf die Vereinigung der auf sie einfallenden Lichtstrahlen, nach ihrem Brechen.

§. 37.

Da die Dicke eines sphärischen Glases so sehr verschieden ist; und bey Gläsern, deren Brennpunkt weit von ihnen abstehet, ohnehin für nichts merkliches kann angesehen werden: so betrachtet man Anfangs alle am

bequemsten ohne ihre Dicke, und siehet die Sehne der erhabenen und hohlen Fläche des Glases als das ganze Glas an; berechnet auch die Gläser nach diesem Betracht; und siehet hernach erst auf den Unterschied, den die Dicke der Gläser verursachet. Welcher Lehrart ich mich ferner auch bedienen werde, und darneben sonderlich auf die brauchbare Breite der Gläser einschränken, wo die Dicke des Glases meistens würklich so klein ist, gegen die Entfernungen der Vereinigungspunkten, daß man sie nicht zu achten hat.

§. 38.

Die 3. Aufgabe.

Tab. I. Fig. 5, 6. Aus dem gegebenen Radio r c einer erhabenen oder hohlen Kugelfläche d b k, ferner dem Winkel b r c, den dieser auf den Einfallspunkt c gezogene Radius mit der Hauptaxe a f macht, und der Bedingung, daß der Lichtstrahl g c aus der Luft auf Glas, mit der Hauptaxe parallel, in c einfalle; die Entfernung b f, des gebrochenen Strahls c f, von der brechenden Fläche d b k zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

Ziehet die Hauptaxe a f unbestimmt, und aus einem auf derselben angenommenen Punkte r, mit dem gegebenen Radio r c, in würklicher oder verjüngter Gröse, einen unbestimmten Bogen d b k.

2. In r setzet den gegebenen Winkel b r c vermittelst des Bogens b c, oder wenn er in Graden gegeben ist, mit dem Transporteur an; so habt ihr den Einfallspunkt c.

3. Fället aus c ein Perpendikel c u auf die Hauptaxe a f, und traget u r aus u dreymal auf der Hauptaxe fort: so wird in f sowol der gebrochene Strahl c f bestimmt, als auch zugleich die verlangte Entfernung b f, welche ihr mit eben dem Maasstabe,

in

in welchem ihr den Radium angenommen habt, messen könnet.

4. Wenn der gegebene Winkel b r c unter 20 Graden ist: so dürfet ihr nur den gegebenen Radium r c = r b, von der brechenden Fläche b an, auf der Hauptaxe dreymal forttragen, um den Punkt f und also auch die verlangte Entfernung b f zu bestimmen.

2) durch Rechnung.

1. Suchet vermittelst des gegebenen Winkels b r c, des rechten Winkels r u c, und des gegebenen Radii r c, die halbe Sehne u c, nach der Trigonometrie.
2. Ziehet das Quadrat des gefundenen u c von dem Quadrat des Radii r c ab, und aus dem Rest die Quadratwurzel; so erlanget ihr u r, und wenn ihr u r von dem Radio b r abziehet, auch noch b u.
3. Multipliciret das gefundene u r mit 3, und addiret zu dem Produkte b u: so ist die Summe die verlangte Entfernung b f.
4. Wenn der gegebene Winkel b r c unter 20 Graden ist: so habt ihr nur den gegebenen Radium mit 3 zu multipliciren, um in dem Producte die gesuchte Entfernung b f zu erlangen.

Z. E. Es sey b r c = 36°, 52′, r c = 5″; so ist u c = 3″, u r = 4″, b u = 1″, und also b f = 12 + 1 = 13″.

Im Fall Nro. 4 aber sey b r c = 18°, r c = 5″; so ist b f = 3 × 5 = 15″.

§. 39.

Die 4. Aufgabe.

Aus dem gegebenen Radio r c einer hohlen oder erhabenen Kugelfläche a b c, ferner dem Winkel b r c, den dieser auf den Einfallspunkt c gezogene Radius mit der Hauptaxe r f macht, und der Bedingung, daß der Lichtstrahl g c aus Glas auf die Luft, mit Tab. I. Fig. 7. 8

der Hauptaxe parallel, in c einfalle; die Entfernung bf, des gebrochenen Strahls cf, von der brechenden Fläche abc zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet die Hauptaxe rf unbestimmt, und aus einem auf derselben angenommenen Punkte r, mit dem gegebenen Radio rc, in würklicher oder verjüngter Gröse, einen unbestimmten Bogen abc.
2. In r setzet den gegebenen Winkel brc an: so habt ihr den Einfallspunkt c.
3. Fället aus c ein Perpendikel cu auf die Hauptaxe rf, und traget ur aus r dreymal, oder aus u zweymal, auf der Hauptaxe fort: so wird in f sowol der gebrochene Strahl cf bestimmt, als auch zugleich die verlangte Entfernung bf, welche ihr mit eben dem Maasstab, in welchem ihr den Radium angenommen habt, messen könnet.
4. Wenn der gegebene Winkel brc weniger als 20 Grade hält: so habt ihr nur nöthig den gegebenen Radium, von der brechenden Fläche b an, zweymal auf der Hauptaxe fortzutragen, um f, und also auch bf zu bestimmen.

2) durch Rechnung.

1. Suchet vermittelst des gegebenen Winkels brc, des rechten Winkels ruc, und des gegebenen Radii rc, die halbe Sehne uc nach der Trigonometrie.
2. Ziehet das Quadrat des gefundenen uc von dem Quadrate des Radii rc ab, und aus dem Rest die Quadratwurzel; so erlanget ihr ur.
3. Multipliciret das gefundene ur mit 3, und ziehet von dem Producte den Radium br ab: so ist der Rest die verlangte Entfernung bf.
4. Wenn der gegebene Winkel brc unter 20 Graden ist: so habt ihr nur den gegebenen Radium

mit

mit 2 zu multipliciren, um in dem Producte die gesuchte Entfernung bf zu erlangen.

Z. E. Es sey brc = 36°, 52′, rc = 5″; so ist uc = 3″, ur = 4″, rf = 12″; und also bf = 12 — 5 = 7″.

Im Fall Nro. 4. aber sey brc = 18°, rc=rb=5″; so ist bf = 2 × 5 = 10″.

§. 40.

Die 5. Aufgabe.

Aus dem gegebenen Radio der erhabenen oder hohlen Seite eines planconvexen oder planconcaven Glases, ferner dem Winkel, welchen dieser auf den Einfallspunkt gezogene Radius mit der Hauptaxe macht, und der Bedingung, daß der einfallende Lichtstrahl mit der Hauptaxe parallel gehe, und auf die ebene Fläche dieser Gläser falle; die Brennweite dieser beyden Gläser zu finden. Die

Auflösung

dieser Aufgabe durch Zeichnung und Rechnung kommt gänzlich überein mit der Auflösung der 4 Aufgabe §. 39. und auch mit der 7 und 8 Figur; Weil der einfallende Strahl senkrecht auf die ebene Fläche fällt, und also ungebrochen bis auf die Kugelfläche fortgehet.

§. 41.

Wenn ein mit der Hauptaxe bf parallel gehender Lichtstrahl gc auf die erhabene oder hohle Seite eines planconvexen oder planconcaven Glases Cc einfällt: so wird er erstlich, wie in der 5 und 6. Figur, nach der Richtung ic in f gebrochen; dergestalten, daß bf sich zu dem Radio rc = br verhält, wie der Einfallswinkel zu dem Unterschiede des Einfalls- und Brechungswinkels, oder wie brc zu bfc, in Glas wie 3 zu 2. §. 30 und 38. Tab. I. Fig. 9.

Auf die ebene Fläche dieser Gläser fällt also der in der erhabenen Fläche gebrochene Strahl if, den ich der Deutlichkeit wegen auf die andere Seite der Hauptaxe in If tragen will. Dieser nun einfallende Strahl If wird in C auf der ebenen Fläche in die Luft gebrochen, und ist also nach §. 10. zu behandeln, wordurch, da CP das Perpendikel ist, der gebrochene Strahl, nach der Richtung GC, die Hauptaxe bf in F schneidet, und folglich bF die Entfernung des durch zwo Brechungen gegangenen einfallenden Strahls gc wird.

Der Winkel bfc = bfC, den der erstmals gebrochene, und bey dem zweyten Brechen einfallende Strahl cf = Cf mit der Hauptaxe bf macht, verhält sich zum ersten Einfallswinkel wie br zu bf, in Glas wie 1 zu 3. Bey dem zweyten Brechen aber wird eben dieser Winkel dem Einfallswinkel ICP = fCE gleich, und ICP verhält sich zu seinem Brechungswinkel GCP = ECF = CFb wie bF zu bf, in Glas wie 2 zu 3. Diesem nach verhält sich

in Winkeln		in Linien		in Glas
brc : bfc	=	bf : br	=	3 : 1
bfc : bFC	=	bF : bf	=	2 : 3
brc : bFC	=	bF : br	=	2 : 1

Das ist: die Brennweite des planconvexen und planconcaven Glases ist auch in dem Fall, wo der mit der Hauptaxe parallele Lichtstrahl auf die erhabene oder hohle Seite einfällt, von diesen Flächen an, dem gedoppelten Radio gleich; wie in dem andern Fall, wo der Lichtstrahl auf die ebene Fläche einfiel. §. 39. Und es ist also Ein Ding, ob die ebene, oder die erhabene und hohle Fläche den einfallenden Lichtstrahlen entgegen gesetzt werde, wenn man nur auf die Brennweite siehet.

§. 42.

Man sehe nun einen gebrochenen Lichtstrahl F C als den einfallenden an: so ist sogleich klar, daß er in c g werde gebrochen werden. Denn das Brechen geschiehet hier völlig eben so, wie da, wo g c der einfallende Strahl war, nur in umgekehrter Ordnung. g c wurde zuerst auf der Kugelfläche, hernach auf der ebenen gebrochen: F C hingegen wird zuerst auf der ebenen, und hernach auf der Kugelfläche gebrochen. Beyde Brechungen geschehen überdis auf einerley Art in beyden Fällen; die Lichtstrahlen fahren aus der Luft in das Glas, und aus dem Glase wieder in die Luft: Der Rückweg des Strahls kann also, unter einerley Umständen, kein anderer seyn, als der, den er im Hergang genommen hatte. Tab.I. Fig.9.

§. 43.

Auch nur der Augenschein zeiget den Anfängern Fig. 5. 6. 7. 8. daß der gebrochene Strahl c f, des mit der Hauptaxe parallel einfallenden Strahls g c, die Diagonallinie eines Parallelogrammi u f g c sey; welches das Stück der Hauptaxe des Glases u f, das die Entfernung des gebrochenen Strahls von der Sehne an ausmacht, ferner der bis auf eben diese Länge in gerader Linie fortgesetzte einfallende Strahl c e oder c g, und endlich die halbe Sehne des Glases b c vom Einfallspunkt c an, nebst der mit ihr, durch den Vereinigungspunkt f, bis an den einfallenden Strahl gezogenen Parallele f g, einschliessen. Tab.I. Fig.5. 6.7.8.

Da nun dieses blos daher rühret, weil der einfallende Strahl mit der Hauptaxe parallel gehet: so siehet man leicht, daß dieser Satz in allen sphärischen Gläsern statt habe, unter gleicher Bedingung, daß der einfallende Strahl eine Parallele der Hauptaxe oder der Seitenaxe sey.

Wenn das Glas ohne Dicke betrachtet wird; so

fällt b in u, und man kann alsdenn bf an statt uf gebrauchen. §. 37. Fig. 7. 8.

§. 44.

Tab. II Fig. 11

Wenn also Fig. 11. ac die Hälfte eines jeden sphärischen Glases ist, df die Hauptaxe, cf = cd die positive oder negative Brennweite, und ga der mit der Hauptaxe df parallel einfallende Lichtstrahl auf a: so wird ga, im erhabenen Glase ac, in den positiven Brennpunkt af; und im hohlen Glase ac so gebrochen, daß der zurückgezogene gebrochene Strahl ad in den negativen Brennpunkt d fällt, folglich in ah.

Weil nun, wenn cd = cf, auch acdg = mahk wird: so sind, in einem erhabenen und hohlen Glase von gleicher Brennweite, die gebrochene Strahlen af und ah, eben desselben einfallenden Strahls ga, die Diagonalen zweyer gleichen Rectangulorum, die der in gerader Linie fortgezogene einfallende Strahl ga absondert, im Rectangulo cmhf, welches cm = fh, den gedoppelten Abstand ac des Einfallspunkts a von c der Mitte des Glases, zur Grundlinie, und die Brennweite cf = mh zur Höhe hat.

§. 45.

Tab. II Fig. 11

Nimmt man hingegen den schiefen Strahl da als den einfallenden an: so wird, nach §. 42, der im erhabenen Glase gebrochene ak, und folglich der im Hohlglase gebrochene an werden. Und beyde werden wiederum Diagonalen seyn zweyer gleichen, nicht zwar Rectangulorum, doch Parallelogrammorum cahk und mahn, welche abermal durch den fortgesetzten einfallenden Strahl dh abgesondert werden, in einem andern Parallelogrammo cmnk, welches cm = kn den gedoppelten Abstand des Einfallspunkts von der Hauptaxe zur Grundlinie, und die Brennweite cf = ak zu seiner senkrechten Höhe hat.

§. 46.

§. 46.

Es kann also auch der einfallende schiefe Strahl da, der von der Hauptaxe df ausgehet, oder in gerader Linie fortgesetzt in sie einfällt, als ein paralleler Strahl betrachtet werden, nicht zwar mit der Hauptaxe df, sondern mit der Seitenaxe qk, mit welcher die Vereinigung des gebrochenen Strahls ak oder aq in eben der Entfernung von der Mitte des Glases c an geschiehet, wie die Vereinigung des gebrochenen Strahls af mit der Hauptaxe df, weil ac und ab wenig unterschieden sind. Tab.II Fig.11

§. 47.

Der Abstand kf oder dq, der Seitenaxe von der Hauptaxe, ist eigentlich ein durch f oder d aus c gezogener Cirkelbogen: doch kann man bey kleinen Winkeln die Linien kf oder dq dafür, ohne merklichen Fehler annehmen. §. 29. bey gröfern Winkeln aber mus man bey den Cirkelbogen bleiben. Tab.II Fig.11

§. 48.

Man läßt die Seitenaxe qk, wie die Hauptaxe df, durch die Mitte des Glases c ungebrochen gehen, ob sie schon ein schiefeinfallender Strahl ist: denn man siehet den kleinen Platz wo sie einfällt und ausgehet, auch auf der erhabenen Seite des Glases als eben, und gegeneinander parallel an; und da würde, bey einer angenommenen Dicke des Glases, der gebrochene Strahl mit dem einfallenden parallel gehen. §. 11. Betrachtet man aber das Glas ohne Dicke; so fallen diese parallele Linien in Eine gerade Linie zusammen. Tab.II Fig.11

§. 49.

Der auf ein erhabenes oder hohles sphärisches Glas einfallende Lichtstrahl ist entweder mit seiner Axe parallel, oder er macht mit ihr einen Winkel. Im letztern

tern Fall gehet er entweder von der Hauptaxe aus, oder er fällt, wenn er in gerader Linie durch das Glas fortgezogen wird, in dieselbe ein. Er gehet aber entweder aus dem Brennpunkte aus, oder ausserhalb der Brennweite, oder innerhalb derselben. Und so fällt er auch entweder in dem Brennpunkte in die Hauptaxe, oder ausserhalb der Brennweite, oder innerhalb derselben.

§. 50.

Die Lichtstrahlen, welche auf ein Glas fallen, und aus der Axe ausgehen, werden divergirende; die aber, gerade fortgezogen, in die Axe einfallen, convergirende genennet.

Im Gegentheil ist ein gebrochener Strahl divergirend, wenn er, in gerader Linie zurückgezogen, erst die Axe schneidet; und convergirend, wenn er unmittelbar nach dem Brechen in die Axe einfällt.

Man kann den mit der Axe parallel einfallenden Lichtstrahl als einen, in unendlicher Entfernung, divergirenden; den mit derselben parallel gebrochenen aber als einen, in unendlicher Entfernung, convergirenden ansehen, wie in dem folgenden wird erwiesen werden.

§. 51.

Es wird den Anfängern zu einer grosen Erleichterung gereichen, wenn sie alle §. 49. 50. angezeigte Fälle, in einer deutlichen Figur beysammen sehen, und leicht miteinander vergleichen können: ich will also zeigen, wie eine solche Figur, nach dem bisherigen Unterricht, sonderlich §. 43. bis 46, gemacht werde.

Tab.II Fig.12 1. Ziehet die Hauptaxe iF durch die Mitte c eines jeden sphärischen Glases ab, und stechet aus c die Brennweite des Glases cf und co auf beyden Seiten, wie auch eine Entfernung cF eines einfallenden Strahls gF, in der Hauptaxe iF ab.

2. Ver-

2. Verlängert ab von der Hauptaxe abwärts, und traget ac, den Abstand des Einfallspunkts von der Hauptaxe, in am.
3. Ziehet kd und no mit ab, durch die beyden Brennpunkten f und o; und ferner dl und kn, durch c und m, mit dem einfallenden Strahl gF parallel.
4. Die Durchschnittspunkten dieser vier Parallelen ziehet in ein Parallelogrammum kdln zusammen.
5. Endlich machet die Diagonalen nd und kl in dem Vierecke kdln, und verlängert sie, bis sie die Hauptaxe iF schneiden.

Fällt nun der Lichtstrahl gF convergirend auf das Glas in a ein; so ist ad der gebrochene Strahl in dem erhabenen Glase ab, und ak der im Hohlglase ab gebrochene. Ist aber Fa der divergirend einfallende Strahl; so wird ai der gebrochene Strahl im erhabenen, und an der gebrochene in dem Hohlglase seyn.

Wenn der einfallende Strahl mit der Hauptaxe parallel gehet: so fällt die Seite ld des Vierecks kdln in die Hauptaxe iF; und es kommt in diesem Fall die 13 Figur heraus, welche ich, mehrerer Deutlichkeit wegen, besonders zeichnen wollte für die Anfänger. Tab.II Fig.13

Ist hier ga der einfallende Strahl; so ist af im erhabenen, und ak im Hohlglase, der gebrochene, welche beyde in die Brennpunkten f und o treffen. Wird aber der einfallende Strahl Fa seyn, so wird der gebrochene im erhabenen Glase ao, und im Hohlglase an werden; folglich ihre Vereinigung mit der Hauptaxe wieder in den beyden Brennpunkten o und f, nur in umgekehrter Ordnung, geschehen.

Wenn der einfallende Strahl innerhalb der Brennweite des Glases, wie xa Fig. 12, aus der Hauptaxe gehet; so wird er, nach dem Brechen, sowol im erhabenen als hohlen Glase divergirend, und die Anfänger können leicht das Brechen im erhabenen Glase

mit dem Brechen im Hohlglase verwechseln. Man kann diese beyden Fälle nach folgender Regel richtig unterscheiden. Wenn ein gebrochener divergirender Strahl zwischen den in gerader Linie fortgesetzten einfallenden Strahl und die Hauptaxe fällt; oder wenn die Entfernung des gebrochenen Strahls gröser ist, als des einfallenden: so ist er in dem erhabenen Glase gebrochen worden. Lenket sich hingegen der gebrochene Strahl weiter von der Hauptaxe ab, als der fortgesetzte einfallende; oder ist die Entfernung des gebrochenen Strahls kleiner als des einfallenden: so ist sein Brechen in dem Hohlglase geschehen.

§. 52.

Die Anwendung der bisher betrachteten Eigenschaften der sphärischen Gläser beruhet darauf, daß man wisse aus dem gegebenen einfallenden Strahl und der Brennweite des Glases den gebrochenen Strahl; oder aus dem gegebenen gebrochenen Strahl und der Brennweise des Glases den einfallenden; oder endlich aus dem gegebenen einfallenden und gebrochenen Strahl die Brennweite des Glases, sowol in erhabenen als hohlen Gläsern, zu finden.

Der einfallende und gebrochene Strahl werden bestimmt durch die Entfernungen des Punkts, in welchem sie ihre Axe schneiden, von der Mitte des Glases. Da nun auch die Brennweite die Entfernung des Brennpunkts von der Mitte des Glases ist: so hat man es hier mit lauter Entfernungen vom Glase zu thun, die sich auf der Hauptaxe befinden, und aus zweyen derselben die dritte zu suchen.

§. 53.

Es giebt zween Weege dieses zu bewerkstelligen, nehmlich durch Zeichnung und Rechnung. Der letztere ist freylich der gewiseste und pünktlichste: doch aber

ist

ist auch der erstere nicht nur den Anfängern fast nothwendig, sondern auch für sie der leichteste; und wenn sie mit guten Werkzeugen versehen sind, auch einige Fertigkeit durch Uebung erlangt haben, pünktlich genug, etwas tüchtiges heraus zu bringen. Die beste Art aber ist wohl, eine genaue Zeichnung und Rechnung miteinander zu verbinden: man wird der Sache desto gewieser; siehet die etwa gemachte Fehler leichter ein; und erlangt eine gründliche Erkänntnis von dem ganzen Weg der Lichtstrahlen, und ihren Vereinigungen.

§. 54.

Wenn das gegebene, nach einem angenommenen würklichen oder verjüngten Maasstabe, aufgetragen worden; so hat man das pünktlich gefundene nur wieder mit eben demselben Maasstabe abzumessen: welches für die Anfänger eine leichte und sehr nützliche Uebung ist.

Wo man es mit kleinen sphärischen Gläsern zu thun hat, und das gegebene oft nur Linien eines Zolles, oder noch kleinere Theile betrifft; da nimmt man ein gröseres, z. E. ein zehenfaches Maas, in der Zeichnung an, und verkleinert hernach nur das gefundene wieder um eben so viel, als man das gegebene vergrösert hatte.

Da die Verhältnis der Entfernungen des Vereinigungspunkts vom Glase in der Hauptaxe einerley bleibt, wenn schon der Abstand des Einfallspunkts von der Hauptaxe, oder die Breite des Glases, verändert wird: so kann man diesen Abstand viel gröser annehmen, wo es blos auf die Bestimmung der Verhältnis dieser Entfernungen ankommt, als es sonst bey andern Absichten angehen würde, und dadurch, bey dem Zeichnen, die genaue Bestimmung der Entfernungen in der Hauptaxe sehr erleichtern.

§. 55.

§. 55.

Bey der Berechnung der sphärischen Gläser komme es darauf an, daß man, aus zweyen gegebenen Entfernungen der Vereinigungspunkten vom Glase in der Hauptaxe, die dritte suche. Man trachtet also sie auf die geometrische Proportion zu bringen. Dieses kann geschehen entweder durch ähnliche Triangel, oder durch gleich grose Parallelogramma. Ich will die letztere Art vorzüglich erwählen, weil die bisherige Bestimmungen aus eben diesem Grunde gegangen sind.

§. 56.

Tab.II Fig.14 Es sey denn nun Fig. 14. a c der Abstand des Einfallspunkts a von der Mitte c eines erhabenen Glases, i F die Hauptaxe, und c F die Brennweite des Glases. Es falle darauf der mit der Hauptaxe i F parallele Strahl b a in a ein; so wird der in den Brennpunkt F gebrochene Strahl a F werden. Es falle ferner t a auf das vorige erhabene Glas in a ein; so wird er, gerade fortgesetzt, sich mit der Hauptaxe in F vereinigen, und in die Diagonale a k des Parallelogrammi a F k c brechen §. 45, 51 folglich die Hauptaxe i F in f schneiden. Endlich falle noch g a auf eben dieses erhabene Glas in a ein; so wird dieser in gerader Linie fortgezogene Strahl die Hauptaxe in f schneiden, und durch das Brechen in die Diagonale a l des Parallelogrammi a k l c fallen, und sich also mit der Hauptaxe in x vereinigen.

Die Entfernung c x ist diesemnach bestimmt worden durch die Entfernung c f und die Brennweite des Glases c F.

Man mache in allen Fällen ac = cf: so ist der Innhalt des Parallelogrammi a c h F = c F ⩝ c f. Weil ferner die Triangel a c f und f c s einander gleich; und f c s und F c l einander ähnlich sind: so verhält sich c f : f s = c F : F l; und da c f = f s, so ist auch c F = F l.

Ziehet

Ziehet mit a l, der Diagonale die den Punkt x in der Hauptaxe bestimmt, eine Parallele r m durch die Mitte des Glases c so weit, bis sie die Parallele h m mit dem Glase a c in m, und den parallel einfallenden Strahl r h in r schneidet: so wird l m = a c = c f, folglich F m = c F + c f = c n; und wegen der gleichen Triangel a c x und r w c wird c x = c w. Es entstehet also ein anderes Parallelogrammum c n o w, dessen Innhalt c n ⋋ c w ist.

Da, kraft der Geometrie, die beyden Parallelogramma c a h F und c n o w, in dem grösern Parallelogrammo h r o m, nach ihrem Innhalt einander gleich sind; indeme r h m = r m o, und nach Abzug a r c + c F m = r c w + c m n, die beyden Parallelogramma c a h F und c n o w übrig bleiben: so ist also c F ⋋ a c = c n ⋋ c w; folglich, da a c = c f und c n = c F + c f, auch c w = c x, ist c F ⋋ c f = (c F + c f) c x. Setzt man nun diese Gleichung in eine geometrische Proportion; so verhält sich c F + c f: c F = c f: c x, und c x ist also gleich $\frac{cF \leftthreetimes cf}{cF + cf}$.

§. 57.

Man würde eben diese Gleichung erhalten, wenn c F die Entfernung des einfallenden Strahls, und c f die Brennweite wäre; wie aus dem bisherigen leicht erhellet.

Wem der Weg durch ähnliche Triangel bequemer scheint, der findet ihn in eben dieser 14. Figur. Denn F c m ist ähnlich a c r; Es verhält sich also F m: F c = a c: a r, folglich nach §. 56, c F + c f: c F = c f: c x, und c F ⋋ c f = (c F + c f) c x, also $\frac{cF \leftthreetimes cf}{cF + cf}$ = c x, wie oben.

§. 58.

Tab. II

Nimmt man nun das gefundene c x als bekannt an, und sucht c F, auch auf gleiche Weise c f: so Fig. 14

erlangt man alle Fälle, die aus der §. 56. gefundenen Gleichung $\frac{cF \times cf}{cF + cf} = cx$ fliessen.

Da $cF(cf - cx) = cf \times cx$, und $cf(cF - cx) = cF \times cx$; so ist $cF = \frac{cf \times cx}{cf - cx}$ und $cf = \frac{cF \times cx}{cF - cx}$.

Denen Anfängern, die etwa nur mit der sogenannten Regel de Tri bekannt sind, dienen folgende drey Sätze für obige drey Fälle. $cF + cf : cF = cf : cx$; $cf - cx : cf = cx : cF$; $cF - cx : cF = cx : cf$.

§. 59.

Diese drey Fälle sind in dem erhabenen Glase, und zwar der 1) Wenn, aus der Entfernung des einfallenden Strahls und der Brennweite, die Entfernung des gebrochenen Strahls gesucht wird. 2.) Wenn, aus der Entfernung des gebrochenen Strahls und der Brennweite, die Entfernung des einfallenden Strahls gesucht wird. 3.) Wenn, aus den Entfernungen des einfallenden und gebrochenen Strahls, die Brennweite gesucht wird. Doch diese drey Fälle betreffen nur den convergirend einfallenden Strahl.

§. 60.

Tab. II Fig. 14

Es falle also nun ferner Fa als divergirend auf ein erhabenes Glas in a ein: so wird er, wenn cf die Brennweite ist, in ai gebrochen werden. Ziehet man mit ai eine Parallele hd durch c, die Mitte des Glases, so weit, bis sie bd die Parallele mit ac in d, und bh die Parallele mit der Hauptaxe iF in h schneidet: so sind, in dem grösern Viereck hkdb, die beyde kleinere Vierecke acFh und cpdi, nach ihrem Innhalt, einander gleich, und wenn $ac = cf$ angenommen wird; so ist $cF \times cf = cp \times ci$. Es ist aber $cp = cn - pn = cF + cf - 2cf = cF - cf$; und also $cF - cf : cF = cf : ci$, folglich $\frac{cF \times cf}{cF - cf} = ci$, der gesuchten Entfernung.

§. 61.

§. 61.

Man nehme nun ci in der Gleichung $\frac{cF \times cf}{cF - cf} = ci$, als bekannt an, und suche so wohl cF, als auch cf, um alle Fälle für den divergirend einfallenden Strahl zu erlangen, im erhabenen Glase.

Da $cF(ci - cf) = cf \times ci$, und $cf(cF + ci) = cF \times ci$; so ist $cF = \frac{ci \times cf}{ci - cf}$ und $cf = \frac{cF \times ci}{cF + ci}$.

Diese drey Fälle würden also nachstehende drey Sätze der Regel de Tri geben. $cF - cf : cF = cf : ci$; $ci - cf : ci = cf : cF$; $cF + ci : cF = ci : cf$.

§. 62.

Tab.II Fig.12

Wenn ein convergirend einfallender Strahl ga in einem Hohlglase ab gebrochen wird; so gehet er nach dem Brechen in ak fort, und die Entfernung ci dieses gebrochenen, und in die Hauptaxe iF zurückgezogenen Strahls, ist eben die, welche der divergirend auf das erhabene Glas ab einfallende Strahl Fa nach seinem Brechen in ai hatte.

Hingegen bricht sich der divergirend auf das Hohlglas ab einfallende Strahl Fa in an; und die Entfernung cx dieses gebrochenen Strahls ist eben dieselbe, welche der convergirend auf das erhabene Glas ab einfallende Strahl ga, nach seinem Brechen in ax, bestimmte.

Das Hohlglas ist also ein umgekehrtes erhabenes Glas, und man hat dabey eben die Regeln zu beobachten, nach welchen man sich bey erhabenen Gläsern richtet; nur müssen sie umgekehrt angewendet werden. Z. E. wenn ein Strahl convergirend auf das Hohlglas einfällt, und man sucht die Entfernung des gebrochenen Strahls: so mus die Regel gebraucht werden, welche zeigt, wie man im erhabenen Glase, aus

der gegebenen Entfernung des divergirend einfallenden Strahls, die Entfernung des gebrochenen finden könne? u. s. f. Es wird aber hiebey abermal vorausgesetzt, daß die negative Brennweite des Hohlglases der positiven des erhabenen Glases gleich sey.

§. 63.

Obschon aus deme, was bisher gezeigt worden, hinlänglich erhellet, wie in einem jeden sphärischen Glase die Vereinigungspunkte zu bestimmen seyen: so achte ich doch für die Anfänger nöthig, alle Fälle in Aufgaben zu bringen, und solche sowohl durch Zeichnung, als auch durch Rechnung aufzulösen; weil sie, ohne eine gründliche Einsicht und Fertigkeit, in Bestimmung aller Vereinigungspunkten, in den folgenden Abschnitten manchen Anstand finden würden.

§. 64.

Die 6. Aufgabe.

Tab. II Fig. 12 Aus der gegebenen Entfernung c F, des auf ein erhabenes Glas a b convergirend einfallenden Strahls g a, und der Brennweite c f, die Entfernung c x des gebrochenen Strahls a x zu finden.

Auflösung 1.) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem Glase a b die Parallele q d durch den Brennpunkt f, und ferner, aus c der Mitte des Glases, c d parallel mit dem in gerader Linie fortgezogenen einfallenden Strahl a q.
2. Machet in dem Vierecke a c d q die Diagonale a d: so bestimmt diese in x, wo sie die Hauptaxe i F schneidet, die verlangte Entfernung c x des gebrochenen Strahls a x.

2.) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung c F und der Brennweite c f, durch die Summe der-

derselben: so ist der Quotient die gesuchte Entfernung cx. Z.E. Es sey cF = 2, cf = 1; so ist $\frac{cF \times cf}{cF + cf} = \frac{2 \times 1}{2 + 1} = \frac{2}{3} = cx$.

§. 65.

Die 7. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung cF des auf ein erhabenes Glas ab divergirend einfallenden Strahls Fa, und der Brennweite co = cf, die Entfernung ci des gebrochenen Strahls ai zu finden. Tab.II Fig.12

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem Glase ab die Parallele ro durch den Brennpunkt o, und ferner aus c der Mitte des Glases, cl parallel mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl ar.
2. Machet in dem Vierecke aclr die Diagonale al, und setzet sie fort, bis sie die Hauptaxe iF in i schneidet: so bestimmt der Durchschnitt in i die verlangte Entfernung ci des gebrochenen Strahls ai.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung cF und der Brennweite cf, durch den Unterschied derselben. Es sey cF = 2, cf = 1; so ist $\frac{cF \times cf}{cF - cf} = \frac{2 \times 1}{2 - 1} = 2 = ci$.

§. 66.

Die 8. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung cF des auf ein erhabenes Glas ab convergirend einfallenden Strahls ga, und der Entfernung cx des gebrochenen Strahls ax, die Brennweite cf zu finden. Tab.II Fig. 12

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl a F eine Parallele c d durch c die Mitte des Glases, und setzet den gebrochenen Strahl a x fort, bis er die Parallele c d in d schneidet.
2. Aus d, dem Durchschnitte, fället ein Perpendickel d f auf die Hauptaxe i F: so bestimmt der Durchschnitt in f die verlangte Brennweite c f.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der beyden gegebenen Entfernungen c F und c x durch ihren Unterschied: so ist der Quotient die gesuchte Brennweite c f.

Z. E. Es sey c F = 2, c x = $\frac{2}{3}$; so ist $\frac{cF \times cx}{cF - cx}$

$= \frac{2 \times 2:3}{2 - 2:3} = \frac{4}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{12}{12} = 1 = cf.$

§. 67.

Die 9. Aufgabe.

Tab. II Fig. 12

Aus der gegebenen Entfernung c F des auf ein erhabenes Glas a b divergirend einfallenden Strahls F a, und der Entfernung c i des gebrochenen convergirenden Strahls a i, die Brennweite c o zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl a r eine Parallele c l durch c die Mitte des Glases, bis sie den gebrochenen Strahl a i in l schneidet.
2. Aus l fället ein Perpendickel l o auf die Hauptaxe i F: so bestimmt der Durchschnitt in o die verlangte Brennweite c o.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der beyden gegebenen Entfer-

fernungen cF und ci durch ihre Summe: so giebt der Quotient die gesuchte Brennweite co.

Z.E. Es sey cF=2, ci=2; so ist $\frac{cF \times ci}{cF + ci} = \frac{2 \times 2}{2 + 2}$ $= \frac{4}{4} = 1 =$ co.

Der Fall, wo beyde gegebene Strahlen divergirend sind, ist §. 73. Not. zu finden.

§. 68.
Die 10. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung cx, des in einem erhabenen Glase gebrochenen Strahls ax, und der Brennweite cf, die Entfernung cF des convergirend einfallenden Strahls ga zu finden. Tab.II Fig.12

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem Glase ab die Parallele qd durch den Brennpunkt f, und setzet den gebrochenen Strahl ax fort, bis er die Parallele qd in d schneidet.
2. Verbindet diesen Durchschnitt d mit c der Mitte des Glases, vermittelst der Linie dc, und ziehet mit dc eine Parallele aF durch den beliebig angenommenen Einfallspunkt a: so bestimmt der Durchschnitt in F die gesuchte Entfernung cF.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung cx, und der Brennweite cf, durch den Unterschied derselben.

Z.E. Es sey cf = 1, cx = $\frac{2}{3}$; so ist $\frac{cf \times cx}{cf - cx} = \frac{1 \times 2:3}{1 - 2:3}$ $= \frac{2}{3} \times \frac{3}{1} = \frac{6}{3} = 2 =$ cF.

§. 69.
Die 11. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung ci des in einem erhabenen Glase gebrochenen Strahls ai, und der Tab.II Fig. 12

Brennweite c o, die Entfernung c F des divergirend einfallenden Strahls F a zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem Glase a b die Parallele r o durch den Brennpunkt o, und verbindet den Durchschnitt l, vom gebrochenen Strahl a i, mit c der Mitte des Glases, vermittelst der Linie c l.
2. Mit c l ziehet eine Parallele g F durch den beliebig angenommenen Einfallspunkt a fort, bis sie die Hauptaxe i F in F schneidet: so bestimmt der Durchschnitt in F die gesuchte Entfernung c F.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung c i, und der Brennweite c o, durch den Unterschied derselben.

Z. E. Es sey $ci = 2, co = 1$; so ist $\frac{ci \times co}{ci - co} = \frac{2 \times 1}{2 - 1} = \frac{2}{1} = 2 = cF$.

§. 70.

Die 12 Aufgabe.

Tab. II Fig. 12

Aus der gegebenen Entfernung c F, des auf ein hohles Glas a b convergirend einfallenden Strahls g a, und der negativen Brennweite c o, die Entfernung c i des gebrochenen Strahls a k zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem Hohlglase a b die Parallele f k durch den positiven Brennpunkt f, verlängert den Durchschnitt des Glases a b von der Hauptaxe abwarts, und traget a c, die Entfernung des Einfallspunkts a von der Hauptaxe, aus a in m.
2. Mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl a q ziehet durch m die Parallele m k, und in dem Viereck a m k q die Diagonale a k, endlich ziehet a k in die Hauptaxe zurücke: so bestimmt der Durchschnitt in i die verlangte Entfernung c i.

2) durch

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung cF und der negativen Brennweite co durch den Unterschied derselben.

Z.E. Es sey $cF = 2, co = 1$; so ist $\frac{cF \times co}{cF - co} = \frac{2 \times 1}{2 - 1} = 2 = ci$.

§. 71.

Die 13 Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung cF, des auf ein Hohlglas ab divergirend einfallenden Strahls Fa, und der Brennweite co, die Entfernung cx des gebrochenen Strahls an zu finden. Tab.II Fig.12

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit dem Hohlglase ab die Parallele on durch den Brennpunkt o, verlängert ab von der Hauptaxe abwarts, und traget ac in am.
2. Mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl ar ziehet durch m die Parallele mn, und ferner in dem Vierecke amnr die Diagonale an, endlich verlängert den gebrochenen Strahl an ruckwarts, bis er die Hauptaxe in x schneidet: so bestimmt der Durchschnitt in x die gesuchte Entfernung cx.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung cF, und der Brennweite co, durch die Summe derselben.

Z.E. Es sey $cF = 2, co = 1$; so ist $\frac{cF \times co}{cF + co} = \frac{2 \times 1}{2 + 1} = \frac{2}{3} = cx$.

§. 72.

Die 14. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung cF, des auf ein Hohlglas ab convergirend einfallenden Strahls ga, und der Entfernung ci des gebrochenen Strahls ak, die Brennweite co = cf zu finden. Tab.II Fig.12

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Verlängert ab von der Hauptaxe abwarts, und traget ac in am; ziehet ferner durch m, mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl aq, die Parallele mk fort, bis sie den gebrochenen Strahl ak in k schneidet.
2. Aus k fället ein Perpendikel kf auf die Hauptaxe iF: so bestimmt der Durchschnitt in f die verlangte Brennweite cf = co.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der beyden gegebenen Entfernungen cF und ci durch die Summe derselben.

Z. E. Es sey cF = 2, ci = 2; so ist $\frac{cF \times ci}{cF + ci} = \frac{2 \times 2}{2 + 2}$ $= \frac{4}{4} = 1 = cf = co.$

§. 73.

Die 15. Aufgabe.

Tab.II Fig.12

Aus der gegebenen Entfernung cF, des auf ein Hohlglas ab divergirend einfallenden Strahls Fa, und der Entfernung cx des gebrochenen Strahls an, die Brennweite co = cf zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Verlängert ab von der Hauptaxe abwarts, und traget ac in am; durch m ziehet, mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl ar, die Parallele mn fort, bis sie den gebrochenen Strahl an in n schneidet.
2. Aus n fället ein Perpendickel no auf die Hauptaxe iF: so bestimmt der Durchschnitt in o die verlangte Brennweite co = cf.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der beyden gegebenen Entfernungen cF und cx durch ihren Unterschied.

Z. E. Es sey cF = 2, cx = $\frac{2}{3}$; so ist $\frac{cF \times cx}{cF - cx} = \frac{2 \times 2:3}{2 - 2:3}$ $= \frac{4}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{12}{12} = 1 = co = cf.$

Not.

Not. Der Fall, wo in einem erhabenen Glase der einfallende und gebrochene Strahl xa und ag von der Hauptaxe divergiren, (welches allemal geschiehet, wenn der einfallende innerhalb der Brennweite ausgehet) und die Brennweite gesucht wird, ist diesem Fall im Hohlglase ganz gleich, und wird eben so berechnet. Nur werden in beyderley Gläsern der einfallende und gebrochene Strahl miteinander verwechselt. Der Unterschied ist oben §. 51. schon angezeigt worden.

§. 74.

Die 16. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung ci, des in einem Hohlglase gebrochenen Strahls ak, und der Brennweite co = cf, die Entfernung cF des convergirend einfallenden Strahls ga zu finden. Tab.II Fig.12

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Nehmet den Einfallspunkt a nach Belieben an, verlängert ab von der Hauptaxe abwarts, und traget ac in am; durch den Brennpunkt f ziehet, mit ab, eine Parallele fk fort, bis sie den gebrochenen Strahl ak oder ik in k schneidet.
2. Verbindet k und m durch die Linie km, und ziehet mit km, durch den Einfallspunkt a, eine Parallele aF fort, bis sie die Hauptaxe iF in F schneidet: so wird der Durchschnitt in F die verlangte Entfernung cF bestimmen.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung ci, und Brennweite co = cf, durch ihren Unterschied.

Z.E. Es sey ci = 2, co = cf = 1; so ist $\frac{ci \times co}{ci - co} = \frac{2 \times 1}{2 - 1}$ $= \frac{2}{1} = 2 = cF.$

§. 75.

§. 75.

Die 17. Aufgabe.

Tab.II Fig.12

Aus der gegebenen Entfernung c x, des in einem Hohlglase gebrochenen Strahls a n, und der Brennweite c f = c o, die Entfernung c F des divergirend einfallenden Strahls F a zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Nehmet den Einfallspunkt a nach Belieben an, verlängert a b von der Hauptaxe abwarts, und traget a c in a m; durch den Brennpunkt o ziehet mit a b die parallele o n fort, bis sie den gebrochenen Strahl a n in n durchschneidet.
2. Verbindet n und m durch die Linie n m, und ziehet mit n m, durch den Einfallspunkt a, eine Parallele a F fort, bis sie die Hauptaxe i F in F schneidet: so wird der Durchschnitt in F die verlangte Entfernung c F bestimmen.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum der gegebenen Entfernung cx, und der Brennweite cf=co, durch ihren Unterschied.

Z. E. Es sey $cx = \frac{2}{3}$, $cf = 1$; so ist $\frac{cf \times cx}{cf - cx} = \frac{1 \times 2:3}{1 - 2:3}$

$= \frac{2}{3} \times \frac{3}{1} = \frac{6}{3} = 2 = cF.$

§. 76.

Die 18. Aufgabe.

Tab.II Fig.13

Aus dem gegebenen, mit der Hauptaxe o f parallel auf ein erhabenes Glas a b einfallenden, Strahl g a, und der Brennweite c f, die Entfernung des gebrochenen Strahls a f zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit a b, durch den Brennpunkt f, die Parallele fq, und setzet den einfallenden Strahl ga gerade fort bis in fq.
2. Machet in dem Vierecke acfq die Diagonale af: so bestimmt der Durchschnitt in f die verlangte Entfernung cf, welche also der Brennweite gleich ist.

2) durch

2) durch Rechnung.

Da die Entfernung des einfallenden Parallelstrahls unendlich groß ist; so dividiret das Faktum Infiniti und der gegebenen Brennweite cf durch ihren Unterschied. Weil der einfallende Parallelstrahl als ein divergirender anzusehen. §. 50.

Z.E. Es sey cf = 1; so ist $\frac{Inf. \times cf}{Inf - cf} = \frac{Inf. \times 1}{Inf. - 1} = \frac{Inf. \times 1}{Inf.}$ = 1 = cf.

§. 77.

Die 19. Aufgabe.

Aus der gegebenen Brennweite cf = co eines erhabenen Glases ab, und der Bedingung, daß der divergirend einfallende Strahl fa aus dem Brennpunkte f ausfahre, die Entfernung des gebrochenen Strahls ar zu finden. Tab.II Fig.13

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet mit ab, durch den Brennpunkt o, eine Parallele on, und setzet den einfallenden Strahl fa durch den beliebig angenommenen Einfallspunkt a bis in on fort.
2. Mit dem gerade fortgezogenen einfallenden Strahl an ziehet ferner durch c die Parallele cr, und endlich in dem Vierecke acrn die Diagonale ar: so ist diese der gesuchte gebrochene Strahl, und gehet mit der Hauptaxe of parallel, weil afc = rco = arc.

2) durch Rechnung.

Da hier die Entfernung cf der Brennweite cf gleich ist; so dividiret das Quadrat der Brennweite durch den Unterschied von ihr selbst.

Z.E. Es sey cf = 1; so ist $\frac{cf \times cf}{cf - cf} = \frac{1 \times 1}{1 - 1} = \frac{1}{0}$.

Es giebt also hier eine unendlich grose Entfernung des gebrochenen Strahls ar, das ist, er gehet mit der Hauptaxe parallel. Denn 1 ist unendlich mal grö-

gröser, als o; also auch der Bruch $\frac{1}{0}$ unendlich groß zu achten.

§. 78.

Die 20. Aufgabe.

Tab.II Fig.13

Aus dem gegebenen, mit der Hauptaxe of parallel auf ein hohles Glas ab einfallenden, Strahl ga, und der Brennweite co = cf, die Entfernung des gebrochenen Strahls ak zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Nehmet den Einfallspunkt a nach Belieben an, verlängert ab von der Hauptaxe abwarts, und traget ac in am.
2. Ziehet sowol durch den Brennpunkt f die Parallele fk mit ab, als auch durch m die Parallele mk mit dem gerade fortgezogenen einfallenden Strahl aq; endlich machet in dem Vierecke amkq die Diagonale ak, und ziehet sie zurücke, bis sie die Hauptaxe of in o schneidet: so bestimmt dieser Durchschnitt in o die verlangte Entfernung co des gebrochenen Strahls ak, welche also der Brennweite gleich ist.

2) durch Rechnung.

Dividiret das Factum Infiniti und der Brennweite co durch ihre Summe.

Z.E. Es sey co = 1; so ist $\frac{\text{Inf.} \times \text{co}}{\text{Inf.} + \text{co}} = \frac{\text{Inf.} \times 1}{\text{Inf.} + 1} = \frac{\text{Inf.} \times 1}{\text{Inf.}} = 1 = \text{co}$. Denn das unendliche wird weder gröser, noch kleiner durch Addition oder Subtraktion einer endlichen Gröse zu oder von demselben.

§. 79.

Die 21. Aufgabe.

Tab.II Fig.13

Aus der gegebenen Brennweite cf = co eines hohlen Glases ab, und der Bedingung, daß der darauf convergirend einfallende Strahl ka gerade fortgezo-

gezogen in den Brennpunkt o falle, die Entfernung des gebrochenen Strahls ar zu finden.

Auflösung. 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet, durch den beliebig angenommenen Einfallspunkt a, den einfallenden Strahl ka gerade und dergestalten fort, daß er in den Brennpunkt o falle, und durch o mit ab eine Parallele on.
2. Verlängert ab von der Hauptaxe abwarts, und traget ac in am; durch m ziehet nicht nur mr mit dem fortgesetzten einfallenden Strahl ao parallel, sondern auch in dem Vierecke maor die Diagonale ar: so ist diese der verlangte gebrochene Strahl, welcher mit der Hauptaxe of parallel gehet, weil arm = arc = rco.

2) durch Rechnung.

Da hier die gegebene Entfernung co der Brennweite cf gleich ist; so dividiret das Quadrat der Brennweite durch den Unterschied von ihr selbst.

Z. E. Es sey cf = 1; so ist $\frac{cf \times cf}{cf - cf} = \frac{1 \times 1}{1 - 1} = \frac{1}{0}$ Die Entfernung des gebrochenen Strahls ist also hier unendlich gros, das ist, er gehet mit der Hauptaxe parallel.

§. 80.

Am Ende dieses Abschnitts wollte nur noch die Berechnung der Vereinigung der Lichtstrahlen in sphärischen Gläsern, für die Anfänger, zu desto fertigerem Gebrauch der bisherigen Aufgaben, durch die folgende Tabelle erleichtern.

A Man dividirt das Product der beyden gegebenen Entfernungen durch ihre Summe, eine dritte Entfernung zu finden.

I. Wo die Entfernung des gebrochenen Strahls gesucht wird,

1.) Wenn in einem erhabenen Glase der einfallende Strahl gegen die Hauptaxe convergirend ist, und also in sie einfällt. §. 64.

2.) Wenn in einem Hohlglase der einfallende Strahl von der Hauptaxe divergiret, und also aus derselben ausgehet, oder mit ihr parallel ist. §. 71. 78.

II. Wo die Brennweite des Glases gesucht wird, aus den Entfernungen des einfallenden und gebrochenen Strahls.

1.) Wenn in einem erhabenen Glase der einfallende Strahl von der Hauptaxe divergirt. §. 67. und 73. Not.

2.) Wenn in einem Hohlglase der einfallende Strahl gegen die Hauptaxe convergirend ist. §. 72.

B. Hingegen dividirt man das Product der beyden gegebenen Entfernungen durch ihren Unterschied, eine dritte Entfernung zu finden.

I. Wo die Entfernung des gebrochenen Strahls gesucht wird.

1.) Wenn in einem erhabenen Glase der einfallende Strahl von der Hauptaxe divergirt, oder mit ihr parallel laufft. §. 65. 76.

2.) Wenn in einem Hohlglase der einfallende Strahl gegen die Hauptaxe convergirend ist. §. 70.

II. Wo die Brennweite des Glases gesucht wird, aus den Entfernungen des einfallenden und gebrochenen Strahls.

1.) Wenn in einem erhabenen Glase der einfallende Strahl gegen die Hauptaxe convergirend ist. §. 66.

2.) Wenn in einem Hohlglase der einfallende Strahl von der Hauptaxe divergiret. §. 73.

III. Wenn aus der Brennweite und Entfernung des gebrochenen Strahls die Entfernung des einfallenden Strahls gesucht wird, in allen Fällen. §. 68. 69. 74. 75.

Es ist bequem, wenn man die in dieser Tabelle begriffene Regeln in der 12ten Figur sogleich vor sich siehet, und also in derselben die Zeichnung und Rechnung beysammen hat.

Da nur 2 Regeln hier vorkommen, welche blos darinnen unterschieden sind, daß das Product der gegebenen Entfernungen entweder durch ihre Summe, oder durch ihren Unterschied dividirt wird: so bedeutete ich in der Figur jene Regel durch das Zeichen ✝, diese aber durch ⊣, und setzte diese Zeichen an den Ort, wo das gesuchte sich in dem Vierecke nkdo, oder in der Hauptaxe endigte.

Z. E. Wenn ga auf ein erhabenes Glas von der Brennweite cf fällt; so wird der gebrochene Strahl ad das Viereck in d schneiden, daselbst stehet also ✝ anzuzeigen, daß man hier das Product durch die Summe dividiren müsse.

Wenn ferner ga auf ein Hohlglas fällt von der negativen Brennweite co; so schneidet der gebrochene Strahl ak die Hauptaxe in i und das Viereck in k, und dort stehet beydemal ⊣ zum Zeichen, daß das Product soll durch den Unterschied dividirt werden.

Endlich wenn ga und ad im erhabenen Glase, oder ga und ak im hohlen gegeben sind, und man soll die Brennweite finden; so stehet im erstern Fall ⊣ und im andern ✝ an der Linie kd, welche die Brennweite abschneidet, anzuzeigen, daß man im erstern Fall durch den Unterschied, im andern aber durch die Summe der gegebenen Entfernungen ihr Product dividiren müsse.

Der fünfte Abschnitt.

Von den Brennweiten aller sphärischen Gläser.

§. 81.

Der mit der Hauptaxe, oder überhaupt mit den Axen, parallel einfallende Strahl wird allezeit nach dem Brechen ein schiefer Strahl, welcher sich mit der Axe vor- oder ruckwarts vereiniget. Es können also alle Entfernungen der die Axe schneidenden, oder daraus ausfahrenden schiefen Strahlen, als eben so viele Brennweiten verschiedener erhabenen oder hohlen Gläser betrachtet werden. So ist z. E. Fig. 14. cF so wol die Entfernung des schief einfallenden Strahls ta, als auch, in dem Absehen auf den mit der Hauptaxe iF parallel einfallenden Strahl ba, zugleich die Brennweite, oder kann solche wenigstens seyn.

§. 82.

Aus diesem Grunde lassen sich die Brennweiten aller sphärischen Gläser, die nach §. 33. Fig. 10. als zusammengesetzte aus dem Planconvexen und Planconcaven können betrachtet werden, leicht bestimmen, sowol durch das Zeichnen, als durch die Berechnung.

§. 83.

Die 22. Aufgabe.

Tab. II Fig. 15

Aus der gegebenen Brennweite cF eines planconvexen Glases ac, die Brennweite eines auf beyden Seiten gleich erhabenen Glases, von gleicher Kugelfläche mit dem gegebenen Planconvexen zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die gegebene Brennweite auf der Hauptaxe hf aus c in F; so wird aF der gebrochene Strahl des parallel einfallenden ba seyn.

2) Stel-

2. Stellet euch vor, es werde auf das planconvexe Glas ac ein anders ihm ganz gleiches unmittelbar gelegt; so wird, wenn beyde ohne Dicke betrachtet werden, auch des letztern Brennweite cF werden, aber auf dasselbe nicht mehr der parallele Strahl ba, sondern der schiefe Strahl aF in der Richtung ga fallen.

3. Suchet also nach §. 64. den gebrochenen Strahl ak des einfallenden ga; das ist, machet Fk=ac, und ziehet erstlich ck, hernach im Vierecke aFkc die Diagonale ak; so wird diese die Hauptaxe in x schneiden, und cx die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite der beyden unmittelbar aufeinander gelegten planconvexen Gläser, oder, welches Ein Ding ist, des auf beyden Seiten gleich erhabenen Glases, bestimmen.

4. Da cx durch beyde Diagonalen eines Parallelogrammi bestimmt wird; so fällt x in die Mitte zwischen c und F, und es ist also die gesuchte Brennweite der Hälfte der gegebenen, oder dem Radio hc der Kugelfläche dieses Glases gleich.

2) Durch Rechnung.

Da diese Aufgabe mit der §. 64. übereinkommt, und hier die Entfernung des auf das zweyte Glas einfallenden Strahls mit der Brennweite desselben eins ist: so dividiret das Quadrat der gegebenen Brennweite durch ihre gedoppelte Grösse.

Z. E. $cF = 6$ giebt $\frac{6 \times 6}{2 \times 6} = \frac{36}{12} = 3 = cx$, der gesuchten Brennweite.

§. 84.

Die 23. Aufgabe.

Aus den gegebenen Brennweiten cF und cf eines grösseren und kleineren planconvexen Glases, die Brennweite eines auf beyden Seiten ungleich erhabenen Glases, von eben solchen Kugelflächen, als die angenommene planconvexe Gläser haben, zu finden. Tab.II Fig.16

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die beyden gegebene Brennweiten auf der Hauptaxe h F aus c in F und f; so wird aF der gebrochene Strahl des parallel einfallenden ba in dem grösern planconvexen Glase seyn, und also auf das kleinere nicht mehr ba, sondern aF nach der Richtung ga einfallen.
2. Daher suchet nach §. 64. den gebrochenen Strahl c k des schief einfallenden g a, das ist, machet 1k=ac, und ziehet erstlich c k, hernach die Diagonale a k; so wird diese die Hauptaxe in x schneiden, und c x die verlangte Brennweite des auf beyden Seiten ungleich erhabenen Glases bestimmen.

2) durch Rechnung.

Dividiret nach §. 64. das Product der beyden gegebenen Brennweiten durch die Summe derselben.

Z. E. Es sey cF = 6, cf = 4; so ist $\frac{6 \times 4}{6+4} = \frac{24}{10}$ $= 2\frac{2}{5} =$ cx, der gesuchten Brennweite.

§. 85.

Die 24. Aufgabe.

T.III. Fig.17 Aus der gegebenen negativen Brennweite ch = c F eines planconcaven Glases, die negative Brennweite eines auf beyden Seiten gleich hohlen Glases, von gleicher Kugelfläche mit dem gegebenen Planconcaven, zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die gegebene Brennweite auf der Hauptaxe hF aus c in F; so wird an der gebrochene Strahl des parallel einfallenden b a seyn.
2. Stellet euch vor, es werde auf das planconcave Glas ac ein anders ihm ganz gleiches gelegt; so wird auch des letztern negative Brennweite ch = c F seyn, und auf dasselbe nicht mehr ba, sondern ha einfallen.

3. Ma-

3. Machet also k n = a c = m a, und ziehet erstlich m k, hernach die Diagonale a k; so wird diese die Hauptaxe ruckwärts in x schneiden, und c x die verlangte negative Brennweite des auf beyden Seiten gleich hohlen Glases bestimmen, welche dem Radio der Höhlung dieses Glases gleich ist, weil $cx = pm = \frac{mn}{2} = \frac{ch}{2}$.

2) durch Rechnung.

Dividiret nach §. 71. das Quadrat der gegebenen negativen Brennweite durch ihre gedoppelte Gröse.

Z.E. Es sey c h = c F = 6; so ist $\frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3$ = c x, der gesuchten Brennweite.

§. 86.

Die 25. Aufgabe.

Aus den gegebenen negativen Brennweiten c h und c i = c F und c f eines grösern und kleinern planconcaven Glases, die negative Brennweite eines auf beyden Seiten ungleich hohlen Glases, von gleichen Kugelflächen mit jenen beyden, zu finden. T.III. Fig.18

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die gegebene Brennweiten auf der Hauptaxe h F aus c in F und f; so wird a d der gebrochene Strahl des parallel einfallenden b a in dem grösern planconcaven Glase seyn, und auf das kleinere nicht mehr b a, sondern h a fallen.
2. Machet also nach §. 71. k n = a c = m a, und ziehet m k, hernach die Diagonale a k; so wird a k der gebrochene Strahl in beyden gegebenen planconcaven Gläsern, und folglich in dem auf beyden Seiten ungleich hohlen Glase der gesuchte seyn, welcher die Hauptaxe ruckwärts in x schneidet, und die verlangte negative Brennweite c x bestimmet.

2) durch Rechnung.

Dividiret nach §. 71. das Factum der beyden gegebenen negativen Brennweiten durch ihre Summe.

Z. E. Es sey ch = 6, ci = 4; so ist $\frac{6 \times 4}{6 + 4} = \frac{24}{10} = 2\frac{2}{5} =$ cx, der verlangten negativen Brennweite.

§. 87.

Die 26. Aufgabe.

T. III. Fig. 19

Aus der gegebenen kleineren Brennweite cf eines planconvexen Glases, und grösern negativen Brennweite ch = cF eines planconcaven Glases, die Brennweite eines Menisci, von gleicher erhabenen und hohlen Kugelfläche mit jenen beyden, zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget beyde gegebene Brennweiten auf der Hauptaxe hF aus c in f und F, und setzet, es liege erstlich das planconvexe Glas in ac; so wird der parallel einfallende Strahl ba nach dem Brechen in seinen Brennpunkt f gehen.
2. Legt man nun das planconcave Glas auf das planconvexe; so fällt auf jenes nicht mehr ba sondern ga ein.
3. Ziehet also nach §. 70. ga bis in d fort, und machet Fd = ac = am, endlich ziehet die Diagonale aF: so ist diese der in beyden gegebenen Gläsern gebrochene Strahl des einfallenden ba, welcher sich auf der Seite, wo die erhabene Gläser ihren Brennpunkt haben, vereiniget. cF ist also die gesuchte Brennweite dieses Menisci, und fällt positiv.

2) durch Rechnung.

Dividiret nach §. 70. das Product der gegebenen beyden Brennweiten durch ihren Unterschied.

Z. E.

Z. E. Es sey cf = 3, cF = 6; so ist $\frac{6 \times 3}{6 - 3} = \frac{18}{3}$ = 6 = cF, der gesuchten Brennweite.

§. 88.

Die 27. Aufgabe.

Aus der gegebenen grösern Brennweite eines planconvexen Glases cF, und kleinern negativen eines planconcaven Glases ci = cf, die Brennweite eines Menisci, von gleicher erhabenen und hohlen Kugelfläche mit jenen beyden, zu finden. T. III. Fig. 20

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget beyde gegebene Brennweiten auf der Hauptaxe hF aus c in F und f, und setzet, es liege erstlich das planconvexe Glas in ac; so wird der parallel einfallende Strahl ba in seinen Brennpunkt F nach dem Brechen gehen.
2. Leget man nun das planconcave Glas auf das planconvexe; so fällt auf jenes nicht mehr ba sondern ga ein.
3. Machet nach §. 70. dn = ac = ma, und ziehet erstlich md, hernach die Diagonale ad; so ist diese der in beyden gegebenen Gläsern gebrochene Strahl des einfallenden ba, welcher die Hauptaxe ruckwärts in h schneidet, und die verlangte Brennweite dieses Menisci ch = cF als negativ bestimmet.

2) durch Rechnung.

Dividiret nach §. 70. das Factum der beyden gegebenen Brennweiten durch ihren Unterschied.

Z. E. Es sey cF = 6, cf = 3; so ist $\frac{6 \times 3}{6 - 3} = \frac{18}{3}$ = 6 = ch, der verlangten Brennweite.

§. 89.

Bey diesen beyden Menisci erhellet durch die Zeichnung von selbst, ob die gefundene Brennweite positiv

sitiv oder negativ seye; in der Berechnung aber können sich die Anfänger durch diese Regel helfen: Die Brennweite eines Menisci richtet sich nach der kleinsten derjenigen Gläser, aus welchen man sich den Meniscum zusammengesetzt vorstellt. Ist diese positiv, so ist es auch jene; ist sie aber negativ, so ist auch die Brennweite des Menisci negativ.

§. 90.

Die 28. Aufgabe.

T. III. Fig. 21

Aus der gegebenen Brennweite cF eines planconvexen Glases, und der gleich grosen negativen Brennweite ch eines plancon̄caven Glases, die Brennweite eines Menisci, von gleicher erhabenen und hohlen Kugelfläche mit jenen beyden, zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die gegebene Brennweite cF auf der Hauptaxe hF aus c in F, und setzet erstlich das planconvexe Glas in ac; so wird aF der gebrochene Strahl des einfallenden ba seyn, und auf das daraufgelegte planconcave Glas nicht mehr ba, sondern ga einfallen.
2. Machet also nach §. 70. dF = ac = ma, und ziehet erstlich md, hernach die Diagonale ad; so wird diese der in beyden gegebenen Gläsern gebrochene Strahl von dem einfallenden ba seyn, und also, da dF = ac = bh, der einfallende und gebrochene Strahl mit der Hauptaxe parallel gehen, und, wenn die Gläser ohne Dicke betrachtet werden, eine gerade Linie zusammen ausmachen.

2) durch Rechnung.

Dividiret nach §. 70. das Quadrat der gegebenen Brennweite durch den Unterschied von ihr selbst.

Z. E. Es seye cF = ch = 6; so ist $\frac{6 \times 6}{6 - 6} = \frac{36}{0}$ = Infinito. Das ist, es giebt hier nur eine unend-

lich

lich grose Brennweite, welches allein bey einem mit der Hauptaxe parallel gebrochenen Strahl statt findet.

§. 91.

Da zu der bisherigen Bestimmung der Brennweiten der sphärischen Gläser nichts, als die Brennweiten derjenigen Gläser, aus welchen sie, nach unserer Vorstellung, zusammengesetzt sind, erfordert wurde: so ist klar, daß man auf ganz gleiche Art auch die gemeinschaftliche Brennweite zweyer sphärischen Gläser, von was für Art sie auch immer seyn mögen, wenn sie unmittelbar aufeinander liegen, und ihre Dicke gegen die Brennweite für fast nichts zu achten, aus den gegebenen Brennweiten der einzelen Gläser, finden könne.

Weil die Zeichnung dieser Fälle von §. 83. an schon hinlänglich, ja vielleicht überflüssig, gezeigt worden: so will ich dißfalls nur noch eine Aufgabe zur Berechnung beysetzen.

§. 92.

Die 29. Aufgabe.

Aus den gegebenen Brennweiten zweyer, oder mehrerer, unmittelbar auf einander gelegter, oder sich doch so vorgestellter, sphärischer Gläser, von was für einer Art sie auch immer seyn mögen, doch ohne ihre Dicke betrachtet, die gemeinschaftliche Brennweite dieser vereinigten Gläser durch Rechnung zu finden.

Auflösung.

1. Wenn beyde gegebene Gläser erhaben, oder beyde hohl sind, auf einer oder beyden Seiten, gleich oder ungleich; so dividiret das Product ihrer gegebenen Brennweiten durch die Summe derselben.
2. Wenn aber das eine Glas erhaben, und das andere hohl ist; so dividiret das Product ihrer Brennweiten durch ihren Unterschied.

3. Sind mehr als zwey Gläser mit ihren Brennweiten gegeben; so suchet erstlich die gemeinschaftliche Brennweite von zweyen derselben, und sehet hernach beyde als eines an, das mit dem dritten verbunden wird.

Z. E. Es sey die Brennweite des einen erhabenen Glases = 12 des andern = 10; so ist $\frac{12 \times 10}{12 + 10} = \frac{120}{22} = 5\frac{5}{11}$, die gemeinschaftliche Brennweite.

Es sey ferner die negative Brennweite des einen hohlen Glases = 8, des andern = 5; so ist $\frac{8 \times 5}{8 + 5} = \frac{40}{13} = 3\frac{1}{13}$, die gemeinschaftliche negative Brennweite.

Endlich sey die Brennweite des einen erhabenen Glases = 3, des andern = 6, des dritten = 8; so ist $\frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2$, und ferner $\frac{2 \times 8}{2 + 8} = \frac{16}{10} = 1\frac{3}{5}$, die gemeinschaftliche Brennweite der dreyen gegebenen Gläser.

§. 93.

Ein Collectivglas heißt überhaupt ein jedes sphärisches Glas, welches innerhalb der Brennweite eines andern stehet. Besonders wird ein erhabenes Glas also benennet, welches die von einem andern erhabenen Glase gebrochene Lichtstrahlen nochmals vor ihrer Vereinigung bricht.

§. 94.

So oft man also zwey sphärische Gläser unmittelbar auf einander legt, oder sich dieselben also vorstellt; so kann man das eine als ein Collectivglas des andern ansehen. Doch kann das Collectivglas von dem Hauptglase, worauf die Strahlen erstmals einfallen, auch einen Abstand haben, und zwar einen so

mannig-

mannigfaltigen, als es die Brennweite des Hauptglases zuläßt.

Es ist daher nöthig, diesem Abschnitte noch einige Aufgaben von der gemeinschaftlichen Brennweite der Collectivgläser beyzufügen.

§. 95.

Die 30. Aufgabe.

Aus der gegebenen Brennweite ck eines erhabenen Glases ac, nebst der Brennweite of seines erhabenen Collectivglases no, und dem Abstande beyder Gläser voneinander co, die gemeinschaftliche Brennweite cF dieser beyden Gläser zu finden. T. III. Fig. 22

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget, auf der Hauptaxe df, die gegebene erstere Brennweite ck aus c in k, ferner den Abstand co aus c in o, und endlich die andere Brennweite of aus o in f.
2. Weil k und f die Brennpunkten beyder Gläser sind; so wird der mit der Hauptaxe parallel einfallende Strahl ga in ak gebrochen, auf das Collectivglas no aber fällt nicht ein paralleler Strahl pn, sondern der im Hauptglase gebrochene an ein.
3. Machet also, nach §. 64, om mit nl parallel, und ziehet die Diagonale nm; so schneidet diese den gemeinschaftlichen Brennpunkt F in der Hauptaxe ab, und bestimmt zugleich die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite cF.

2) durch Rechnung.

1. Ziehet den Abstand co von der Brennweite ck ab; so ist ok der Unterschied.
2. Dividiret, nach §. 64, das Factum dieses Unterschieds

schieds ok, und der Brennweite des Collectivglases of, durch die Summe derselben; so erlanget ihr oF, die Entfernung des gemeinschaftlichen Brennpunkts von dem Collectivglase no.

3. Addiret endlich oF zu dem gegebenen Abstande co; so habt ihr die verlangte gemeinschaftliche Brennweite cF.

Z. E. Es sey co = 3, ck = 6, folglich ok = 3, ferner of = 6; so wird oF seyn = $\frac{18}{9}$ = 2, und cF = 2 + 3 = 5, die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite.

§. 96.

Die 31. Aufgabe.

T. III. Fig. 23

Aus den gegebenen Brennweiten cf und of eines grösern und kleinern erhabenen Glases ac und no, die so stehen, daß ihre Brennpunkten, hinter ihnen beyden, in eben denselben Punkt f fallen, die gemeinschaftliche Brennweite dieser Gläser zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die gegebene grösere Brennweite cf auf der Hauptaxe von c in f, und die kleinere von f in o zurück; so erlanget ihr zugleich den Abstand co.
2. Der mit der Hauptaxe df parallel einfallende Strahl ga wird in af gebrochen, es ist also an, nicht pn, der auf das Collectivglas no einfallende Strahl.
3. Daher machet, nach §. 64, om mit nf parallel, und ziehet die Diagonale nm; so bestimmt diese in der Hauptaxe den Brennpunkt F, und zugleich die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite cF, welche sich mitten in der Brennweite des Collectivglases endiget.

2) Durch Rechnung.

Man verfähret eben so, wie mit der vorherge-

hen-

henden 30. Aufgabe; nur läßt sich hier die Auflösung abkürzen, weil $oF = \frac{of \times of}{2of} = \frac{of}{2}$, und also $cF = \frac{of}{2} + co = cf - \frac{of}{2}$.

Daher ziehet die halbe gegebene kleinere Brennweite von der ganzen grösern ab; so ist der Rest die verlangte gemeinschaftliche Brennweite.

Z. E. Es sey $cf = 9$, $of = 4$; so wird cF seyn $= 9 - 2 = 7$, die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite.

§. 97.

Die 32. Aufgabe.

Aus der gegebenen positiven Brennweite cf eines erhabenen Glases ac, und der negativen oF eines hohlen Collectivglases no, nebst co dem Abstande beyder Gläser voneinander, die gemeinschaftliche Brennweite dieser Gläser zu finden. T.III. Fig.24

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget auf der Hauptaxe die gegebene Brennweite des erhabenen Glases cf aus c in f, hernach den Abstand co aus c in o, und endlich die negative Brennweite des Hohlglases aus o in F; so wird an der einfallende Strahl auf das Glas no seyn.
2. Da nun no ein Hohlglas ist; so setzet, nach §. 70, an bis in m fort, machet $qn = no = Fm$, und ziehet erstlich qF, hernach die Diagonale nF; so schneidet diese den Brennpunkt F in der Hauptaxe ab; welcher die gemeinschaftliche verlangte Brennweite cF, und zwar positiv, bestimmet.

2) durch Rechnung.

1. Ziehet den Abstand co von der Brennweite cf ab; so erhaltet ihr of.

2. Dividiret, nach §. 70, das Factum von of und oF durch ihren Unterschied, und addiret zu dem Quotienten den Abstand co; so habt ihr in der Summe die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite cF.

Z. E. Es sey co = 5, die Brennweite oF = 4, cf = 7, folglich of = 2; so ist oF die Entfernung $= \frac{4 \times 2}{4 - 2} = \frac{8}{2} = 4$, und cF = 4 + 5 = 9, die gesuchte gemeinschaftliche Brennweite.

§. 98.

Die 33. Aufgabe.

T. III. Fig. 25

Aus der gegebenen Brennweite cf eines grösern erhabenen Glases ac, und der negativen of eines kleineren hohlen Glases no, die so stehen, daß ihre Brennpunkten hinter ihnen beyden in Einen Punkt f fallen, die gemeinschaftliche Brennweite dieser beyden Gläser zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget die gegebene grösere Brennweite auf der Hauptaxe von c in f, und die kleinere negative aus f in o zuruck; so ist zugleich co, der Abstand beyder Gläser voneinander bestimmt.
2. Der mit der Hauptaxe parallel einfallende Strahl ga wird in af gebrochen, und an wird also der einfallende Strahl auf das hohle Collectivglas no seyn.
3. Machet also, nach §. 70, mn = no = Ff, und ziehet erstlich mF, hernach die Diagonale nF; so wird diese der gebrochene Strahl im Hohlglase no seyn von dem einfallenden an, und also, da no = Ff, mit der Hauptaxe parallel gehen.

2) durch Rechnung.

Da in diesem Fall die Entfernung of, des einfallenden Strahls an, der Brennweite des hohlen Collek-

Collectivglases allezeit gleich ist ; so dividiret das Quadrat der Brennweite des hohlen Glases durch den Unterschied von ihr selbst, und addiret zu dem Quotienten den Abstand co.

Z. E. Es sey of = 3, co = 6; so ist $\frac{of \times of}{of - of} =$ $\frac{9}{0}$ = Infinito, folglich die gemeinschaftliche Brennweite = Inf. + 6 = Infin. das ist von dem Collectivglase no an gehet der gebrochene Strahl nF mit der Hauptaxe parallel.

Der sechste Abschnitt.

Von einigen Abweichungen der Lichtstrahlen, in den sphärischen Gläsern, von den bisherigen Regeln.

§. 99.

Eine ausführliche Abhandlung von den Abweichungen der sphärischen Gläser, ist zwar keine Sache für die Anfänger. Da sie aber doch manches, ohne davon einigen Begriff zu haben, nicht verstehen können: so will ich diesen Abschnitt zwar, wie ich anfangs vorhatte, nicht ganz weglassen; doch aber desto kürzer abhandeln, und nur das nöthigste berühren.

§. 100.

Bisher wurde angenommen, 1) der Vereinigungspunkt, sowol der von einer Sache ausgehenden als auch der nach dem Brechen sich wieder versammlenden Strahlen, sey, in Ansehung der Hauptaxe und Seitenaxen, in geraden Linien, die mit dem Durchschnitte des Glases parallel lauffen; auch ein jeder mit der Hauptaxe parallel einfallende Strahl werde in eben denselben Vereinigungspunkt gebrochen. 2) Das Glas habe keine, oder doch keine die Brenn-

weite

weite merklich verändernde Dicke. 3) Es bleibe der Lichtstrahl noch nach dem Brechen eine einfache gerade Linie, wie vor dem Brechen. Doch alle diese drey Sätze haben Einschränkungen nöthig; und es giebt also Abweichungen 1) in Ansehung der Kugelgestalt der Gläser, 2) der Dicke der Gläser, 3) des Unterschieds der Lichtstrahlen selbst, vor und nach ihrem Brechen.

§. 101.

Die erste Abweichung, welche von der sphärischen Gestalt der Gläser abhangt, ist oben schon §. 46. 47. auch §. 31. 32. berührt worden.

Nehmlich alle Seitenaxen sind, wo es auf eine bestimmte Sache und ihr Bild ankommt, nach der Schärfe, von gleicher Länge mit der Hauptaxe anzusehen, und als Radii zweyer Cirkelbogen, die aus dem Durchschnitte der Hauptaxe und der Seitenaxen gezogen worden, wovon der eine alle Punkten des Gegenstands, der andere aber alle Punkten des Bildes enthält. Wenn nun die Seitenaxen mit der Hauptaxe einen kleinen Winkel machen; so ist dieser Bogen von einer geraden Linie wenig unterschieden, und kann ohne einen sehr merklichen Irrthum dafür angenommen werden.

Wenn ein sphärisches Glas breiter ist, als daß seine Sehne höchstens in 40 Grade kann eingeschlossen werden: so ist durch dasselbe kein reines Bild von einer Sache zu erhalten, weil ein Theil der Strahlen sich in einer merklich grösern Entfernung vom Glase vereiniget, als der andere Theil. Es können also auch die äussersten Seitenaxen keinen grösern Winkel mit der Hauptaxe machen, als diese Umstände gestatten; und wegen der Abweichung vom Cirkelbogen gehet nicht wohl ein gröserer Winkel für die äussersten Seitenaxen als von 30 Graden an, ja er mus oft noch klei-

ner

ner angenommen werden, wenn das Bild ganz rein soll erlangt werden, sonderlich, wenn dieses von einem zweyten Glase aufgefangen wird.

§. 102.

Wenn die Dicke eines sphärischen Glases einen sehr kleinen Theil der Brennweite desselben ausmacht: so können alle bisherige Regeln, ohne einen merklichen Irrthum zu begehen, angewendet werden; ob sie sich gleich darauf gründen, daß die Gläser keine Dicke haben. Wo aber die Dicke einen namhaften, oder den grösern Theil der Brennweite beträgt, wie in der Kugel, und andern stark erhabenen Gläsern: da ist es schlechterdings nöthig, die Dicke des Glases mit in die Rechnung zu bringen.

§. 103.

Ein planconveres Glas akbi, auf dessen ebene Seite ab mit der Hauptare cF parallele Strahlen einfallen, hat keine Abweichung der Brennweite durch seine Dicke; weil diese Strahlen nur in der erhabenen Fläche akb gebrochen werden, in welcher die Brennweite kF anfangt. Fallen hingegen mit der Hauptare parallele Strahlen auf die erhabene Seite dig: so ist die Brennweite nun if, und also, von k an, um Ff = ki, folglich um die Dicke des Glases kürzer. Diese letztere Lage des Glases schließt demnach dessen Dicke mit in seine Brennweite ein; und jene Lage schließt sie aus. Tab. III. Fig. 26

§. 104.

Siehet man nun ein auf beyden Seiten erhabenes Glas, als aus zwey Planconveren zusammengesetzt, an; und sucht desselben Brennweite, mit dem Einfluß seiner Dicke, von da an, wo die beyden eingebildete planconvexe Gläser mit ihren ebenen Flächen zusammen stosen: so ist die Brennweite des gegen den Brenn-

punkt gekehrten Glases die Summe seiner Dicke, und seiner Brennweite ohne Betrachtung der Dicke; hingegen ist die Brennweite des andern eingebildeten Glases, mit Einfluß der Dicke, zwar der Brennweite desselben, ohne Betrachtung der Dicke, gleich; allein weil die Brennweite dieses letztern Glases von seiner ebenen Seite anfangen soll, so wird sie um die Dicke desselben gegen den Brennpunkt gerückt, und von da an ist also die Brennweite ebenfalls, wie bey dem gegen den Brennpunkt gekehrten Glase, die Summe seiner Dicke, und Brennweite ohne Einfluß der Dicke.

In der Gleichförmigkeit mit der bisherigen Anleitung sey die Brennweite des einen Glases vom grössern Radio = c F, des andern vom kleinern Radio = c f, die Dicke des letzteren Glases = d, des erstern Dicke aber = D; so ist die Brennweite eines jeden auf beyden Seiten erhabenen Glases, mit Einfluß seiner Dicke, von da an, wo die beyden in ihm eingebildete planconvexe Gläser zusammenstosen = $\frac{cF+D \times cf+d}{cF+D+cf+d}$, eines auf beyden Seiten gleich erhabenen Glases = $\frac{cF+D \times cF+D}{2cF+2D} = \frac{cF}{2} + \frac{2D}{4} = \frac{cF+D}{2}$

§. 105.

Die Hauptaxe gehet durch alle Arten der sphärischen Gläser ungebrochen, und also als eine gerade Linie, durch, und die Dicke der Gläser hat hier ganz keinen Einfluß. §. 13.

Tab. IV. Fig. 27

Aus gleichem Grunde wird auch eine jede Seitenaxe g i, die auf den Mittelpunkt c einer Kugel einfällt, eben so wenig, als die Hauptaxe h F, gebrochen.

In allen andern sphärischen Gläsern aber werden alle Seitenaxen, so wol auf der einen, als auch auf der andern Fläche des Glases, gebrochen.

§. 106.

§. 106.

Solle eine Seitenaxe die mit ihr parallel einfallende Strahlen in Einen Punkte, nach dem zweyfachen Brechen, in sich vereinigen: so mus sie selbst sich, bey dem Eingang in das Glas, und dem Ausgang aus demselben, parallel bleiben, und das Brechen darf nichts ändern, als die Richtung der Linie, welche der Seitenaxe Ein- und Ausgang im Glase verbindet.

Dieses bewürkt aber nicht ein jeder Durchschnitt der Hauptaxe von der Seitenaxe an oder in dem Glase: daher kommt es nun darauf an, den Punkt in der Hauptaxe zu bestimmen, durch welchen die Seitenaxe gehen mus, wenn ihre Richtung auf das Glas mit ihrer Richtung nach dem Brechen parallel werden soll.

§. 107.

Wenn das Glas nur auf einer Seite erhaben, auf der andern aber eben ist: so mus die Hauptaxe hf von der Seitenaxe gm auf der erhabenen Seite des Glases, in der Fläche, also in m durchschnitten werden. Denn es entstehet alsdann der Fall §. 11. wo die fortgesetzte Fläche tu, auf welche der Lichtstrahl in m fällt, mit der Fläche ab, wo er aus dem Glase gehet, parallel wird, (indem die Hauptaxe auf diesen beyden Flächen senkrecht stehet) und folglich auch der ausgehende Strahl lk mit dem einfallenden, und zugleich mit der gerade fortgezogenen Seitenaxe gi, wenn das Glas ohne Dicke betrachtet wird. Tab. IV. Fig. 28

Es wird hieraus zugleich klar, wie der Lichtstrahl kl auf die Fläche ab fallen müßte, wenn er nach zweymaligem Brechen in m ausgehen sollte, mit dem einfallenden Strahl parallel, und die Seitenaxe bilden, in dem Fall, wo die ebene Seite des Glases gegen die Sache gekehret würde.

§. 108.

Tab. IV. Fig. 29

Man ziehe in einem auf beyden Seiten erhabenen Glase adbg den einen Radium hk nach Belieben, nur auser der Hauptaxe, auf die durch ihn gebildete Fläche adb, den andern fm aber mit dem ersten hk parallel, aus f auf seine Fläche agb. Aus k und m fälle man die Perpendikel ki und ml jedesmal auf den gegenseitigen gezogenen Radium, und ziehe, in dem daraus entstandenen Parallelogrammo kiml, die Diagonallinie km: so sind m und k Punkten, die in den Parallelen ml und ki liegen, und also den in den Punkt m dergestalt einfallenden Strahl pm, daß er in die Diagonale mk falle, mit pm parallel aus k in kr ausgehen lassen. §. 11. Die Diagonallinie km aber bestimmt in der Hauptaxe hf den Punkt c, durch welchen eine jede gebrochene Seitenaxe gehen mus, wenn sie mit ihrem Einfall auf das Glas parallel aus demselben ausgehen soll.

Will man die Bestimmung des Punkts c auf die Rechnung bringen; so ist aus der Zeichnung klar, daß sich verhalte $fg : hd = cg : cd$, und also die Abtheilung der ganzen Dicke des Glases eben so, wie die beyderley Radii. Denn wegen der Parallelen hk und fm sind die Triangel hck und fcm einander ähnlich; und also verhält sich

$$fm : hk = fc : hc$$
$$fm : hk = fg : hd$$

$$fc : hc = fc + cg : hc + cd$$
$$fc : hc = cg : cd$$

$$fc + cg : hc + cd = cg : cd$$

$$fg : hd = cg : cd$$

Wenn man demnach die ganze Dicke des Glases mit dem grösern Radio multiplicirt, und das Product durch die Summe der Radiorum dividirt; so erhält man

man die grösere Abtheilung cg der ganzen Dicke des Glases, und kann den Punkt c aus g bestimmen. Z. E. Es sey der grösere Radius = 6″, der kleinere = 3″, die ganze Dicke des Glases = 1″; so ist $\frac{1+6}{9} = \frac{2}{3}'' = gc$; und folglich $cd = \frac{1}{3}$ Zoll.

Es folgt hieraus, daß der Punkt c die Dicke eines auf beyden Seiten gleich erhabenen Glases in zween gleiche Theile abtheile, wie es oben §. 104. angenommen worden. Auch erhellet, daß in ungleich erhabenen Gläsern die Brennweite nicht vom Durchschnitte ab, sondern von tu an, auf der Hauptaxe müsse bestimmt werden; dannoch aber in dem besondern Fall, wo $fg : hd = qd : qg$ sich verhält, der Durchschnitt ab und der Punkt q der Ort seyn könne, von welchem die Brennweite anzufangen.

§. 109.

Ein mit der Haupt- oder Seitenaxe parallel einfallender Strahl wird, nach den Regeln §. 22 ꝛc., in dem Glase fortgehen, und erst von seinem Ausgange an in den Brennpunkt gerade zu gebrochen werden. Wenn er also auf eine erhabene Fläche fällt, so fährt er durch das Glas einem Punkte zu, der in der Hauptaxe in der Entfernung des 3 fachen Radii dieser Fläche von ihr abstehet, und erst von der andern Fläche an in den Brennpunkt.

§. 110.

Die 34. Aufgabe.

Aus den gegebenen Radiis der beyden sphärischen Flächen eines ungleich erhabenen Glases, und seiner Dicke, die Brennweite dieses Glases mit Betrachtung der Dicke zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

Tab. IV.

1. Suchet nach §. 108. durch Zeichnung den Punkt c, Fig. 3

durch welchen der Durchschnitt a c gehen mus, welcher das Glas in zwey schickliche Planconvexe theilet.

2. Nehmet die gegebene Radios gedoppelt, und setzet an den kleinern den kleinern Theil der Dicke des Glases, an den grösern aber den grösern.

3. Traget hierauf diese beyde Summen auf der Hauptaxe aus c in f und F, und verfahret auf dem Durchschnitte a c gänzlich wie §. 84, wo das Glas ohne Dicke betrachtet wurde: so schneidet die Diagonale a k in x die gesuchte Brennweite c x ab.

2) Durch Rechnung.

1. Addiret zu dem gedoppelten kleinern Radio den kleinern Theil der nach §. 108 durch Rechnung abgetheilten Dicke des Glases, und zu dem gedoppelten grösern Radio den grösern Theil der Dicke.

2. Das Product dieser Summen Nro 1. dividiret durch die Summe dieser beyden Summen.

Z. E. der kleinere Radius sey = 8; der grösere = 16; die ganze Dicke des Glases = 3; also ihr kleinerer Theil = 1, ihr grösserer Theil = 2; so ist

$$\frac{16+1 \times 32+2}{16+1+32+2} = \frac{17 \times 34}{51} = \frac{578}{51} = 11\ \frac{17}{51} = c\,x$$ der verlangten Brennweite.

§. 111.

Die 35. Aufgabe.

Aus dem gegebenen Radio der Flächen eines auf beyden Seiten gleich erhabenen Glases, nebst der Dicke desselben, die Brennweite dieses Glases mit Einschluß der Dicke zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget den gegebenen Radium gedoppelt auf der Hauptaxe aus i, der obern Fläche des Glases, in F.

Tab. IV. Fig. 31

2. Hernach handelt auf dem Durchschnitte a c, der durch die Mitte der Dicke des Glases gehet, völlig

lig

lig wie §. 83; so wird die Diagonale a k die verlangte Brennweite cx in x auf der Hauptaxe abschneiden.

2) Durch Rechnung.

Addiret zu dem gedoppelten Radio die halbe Dicke des Glases, und halbiret diese Summe: so ist der Quotient die gesuchte Brennweite.

Z. E. der Radius sey = 6, und die Dicke = 1; so ist $\frac{12 + \frac{1}{2}}{2} = \frac{13}{4} = 6\frac{1}{4} =$ cx, der verlangten Brennweite.

Oder

Suchet aus dem gedoppelten Radio, nach §. 83. durch Rechnung die Brennweite dieses Glases ohne Betrachtung seiner Dicke, und addiret zu derselben den vierten Theil der gegebenen Dicke.

Z. E. $\frac{12 \times 12}{2 \times 12} = 6$; $6 + \frac{1}{4} = 6\frac{1}{4} =$ cx.

§. 112.

Die 36. Aufgabe.

Aus dem gegebenen Radio einer gläsernen Kugel, die Brennweite derselben, von ihrer Mitte an, zu finden.

Die Auflösung

durch Zeichnung und Rechnung, kommt gänzlich mit der Auflösung §. 111. überein, wenn ihr die Kugel als ein auf beyden Seiten gleich erhabenes Glas ansehet, dessen Dicke der Diameter der Kugel ist. Tab. IV. Fig. 32

Z. E. der Diameter der Kugel sey = 1; so ist der gedoppelte Radius auch = 1, und die halbe Dicke der Kugel $= \frac{1}{2}$; folglich $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2} = \frac{3}{2 \times 2} = \frac{3}{4}$ des Diameters = cx der verlangten Brennweite der Kugel.

Oder

$\frac{1 \times 1}{2} = \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ des Diameters.

Ziehet man den halben Diameter der Kugel von $\frac{3}{4}$ ab; so giebt $\frac{3}{4} - \frac{2}{4} = \frac{1}{4}$ Diameters die Brennweite der Kngel von ihrer Fläche an, in Glas.

§. 113.

Tab. IV. Fig. 33

In einem planconcaven Glase a b falle erstlich ein mit der Hauptaxe h f paralleler Strahl g m auf die ebene Seite des Glases; so wird der gebrochene Strahl m p nach der aus dem negativen Brennpunkt h durch m gezogenen geraden Linie fortgehen, und die Dicke der Höhlung des Glases d o wird von der negativen Brennweite d h ausgeschlossen bleiben. Fällt hingegen der Parallel-Strahl k n auf die hohle Seite des Glases; so wird er, nach der aus dem negativen Brennpunkte f durch n gezogenen geraden Linie, in n q gebrochen, und also die Dicke d o in die negative Brennweite d f eingeschlossen werden.

Es bleibt demnach hier alles eben so, wie in den planconvexen Gläsern §. 103; und der Unterschied bestehet blos darinnen, daß hier der Brennpunkt auf eben der Seite stehet, wo der mit der Hauptaxe parallele Strahl auf das Glas einfällt. Es kann also die bisherige Anleitung, für die erhabenen Gläser mit Betrachtung ihrer Dicke, auch bey den hohlen Gläsern völlig angewendet werden; nicht weniger bey den Menisci, da man sie als zusammengesetzte aus Planconvexen und Planconcaven ansehen kann.

§. 114.

Die Erfahrung zeigt, daß der auf eine brechende Fläche einfallende weisse Lichtstrahl sich nach dem Brechen in ein gefärbtes Licht spalte, und sieben gefärbte Strahlen hervorbringe, deren immer einer stärker als der andere gebrochen wird, und die in der Ordnung von dem geringsten bis zum stärksten Brechen folgende sind: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indig, Violet.

Wenn

Wenn aber ein solcher gefärbter Strahl wieder gebrochen wird; so spaltet er sich nicht mehr in weitere gefärbte Strahlen, sondern bleibt, wie er sich nach dem ersten Brechen zeigte. Werden solche gefärbte Strahlen, vermittelst eines erhabenen Glases, in einem Brennpunkte wieder vereiniget; so erscheinen sie daselbst nicht mehr gefärbt, sondern weißlicht.

§. 115.

Newton giebt die Verhältnis dieser Farbenstrahlen folgender massen an. Wenn ein rother Strahl Tab. IV. Fig. 34 gc und ein violetter kc in c aus Luft in Glas fallen, und der Sinus gq = nc des einfallenden rothen Strahls = 77, und des violetten kr = oc = 78 angenommen werde; so werde für beyde der Sinus hl des gebrochenen Strahls = 50 seyn. Und da jede Farbe verschiedene Grade habe; so werden die Sinusse aller verschiedenen rothen Strahlen zwischen 77 und $77\frac{1}{8}$, der orangefarbnen zwischen $77\frac{1}{8}$ und $77\frac{1}{5}$, der gelben zwischen $77\frac{1}{5}$ und $77\frac{1}{3}$, der grünen zwischen $77\frac{1}{3}$ und $77\frac{1}{2}$, der blauen zwischen $77\frac{1}{2}$ und $77\frac{2}{3}$, der indigfarbenen zwischen $77\frac{2}{3}$ und $77\frac{7}{9}$, und endlich aller violetten zwischen $77\frac{7}{9}$ und 78 fallen; für diesen ganzen Farbenwinkel gck aber, ch der gebrochene Strahl, und sein Sinus hl = cp = 50 bleiben.

§. 116.

Wenn also umgekehrt ein weisser Lichtstrahl hc sich in c aus Glas in die Luft bricht, und der Sinus hl des Einfallswinkels hcl = 50 angenommen wird; so wird der Sinus gq des äussersten rothen Strahls cg nach dem Brechen = 77, und der Sinus kr des äussersten violetten Strahls ck = 78 seyn.

Und wenn ein weisser ungetheilter Lichtstrahl gc aus Luft in Glas fällt; so wird der äusserste rothe

Strahl nach dem Brechen ch werden, und sein Sinus hl = 50 seyn; des gebrochenen Strahls äusserster violetter aber wird in cs fallen, und seinen Sinum st = uc wird die vierte geometrische Proportional-Zahl zu 78, 77, und 50 bestimmen, er wird also = 49 $\frac{35}{100}$ oder bey nahem 49 $\frac{1}{3}$ werden.

§. 117.

Die leichteste Art, diesen Farbenwinkel an ein sphärisches Glas zu bringen, ist, wenn man ein plan-convexes Glas hierzu gebraucht, und den ungetheilten weissen Lichtstrahl, mit der Hauptaxe parallel, auf die ebene Seite des Glases einfallen läßt, weil auf solche Art nur Eine Brechung geschiehet.

Tab. IV. Fig. 35

Es sey demnach ac ein solches Glas, hF seine Hauptaxe, da der auf die ebene Fläche einfallende weisse Lichtstrahl, ha der Radius der erhabenen Seite, ab der Tangent, oder die Linie, worauf der Radius senkrecht stehet. Da der Strahl da aus Glas in die Luft gebrochen wird; so sey ferner nach §. 116. al = 50, an = 75, ap = 77, und aq = 78. Nun verfahre man wie oben §. 10. gezeigt worden; so wird tF die bisher nach der Verhältnis 3:2, hier 75 : 50, angenommene Brennweite cF bestimmen, wenn der weisse Strahl durch das Brechen nicht gespalten würde, der ganze Farbenwinkel aber wird gai werden vermittelst der Linien sg und ri. Nämlich in g wird sich der äusserste rothe, und in i der äusserste violette Strahl, die übrigen aber in der Ordnung, wie sie §. 114 gesetzt sind, mit der Hauptaxe hF vereinigen.

§ 118.

Diese Vereinigung nun gehet zwar von der in F etwas ab, und kommt dem Glase näher; doch beträgt der ganze Raum gi, den die Farben an der Axe einnehmen, wenn der einfallende Strahl ihr nahe ist,

unge-

ungefehr nur den 27ten Theil der Brennweite des Glases, sowol bey erhabenen als hohlen Gläsern. Dieser Farbenwinkel wird also, nach seinem Raum an der Axe, mit der Brennweite, oder andern Entfergungen der schief einfallenden Strahlen nach ihrem Brechen, wie auch mit der geöffneten Breite des Glases, gröser oder kleiner.

§. 119.

Wir sehen also durch Gläser alles vermittelst gefärbter Strahlen, und wir sehen die gefärbten Gegenstände deutlicher als die weissen, bey denen sich diese Abweichung am meisten äussert, und diese erscheinen am erträglichsten in dem Brennpunkte der blauen Strahlen. Die kurzsichtigen Augen haben viel wenigere Hindernis von dem Farbenwinkel, als die weitsichtigen.

Man hatte immer nur die Sorge den Farbenraum zu verringern. Nun aber, da man in dem Glase selbst einen merklichen Unterschied der Refractionsverhältnis gefunden; sucht man die gefärbten Lichtstrahlen aus den dioptrischen Werkzeugen ganz wegzuschaffen, indeme man aus zwey Gläsern von verschiedener Brechbarkeit, deren das eine hohl und das andere erhaben ist, einen Meniscum zusammensetzt, welcher den in seinem einen Theile durch das Brechen entstandenen Farbenwinkel in dem andern Theile wieder eben so weit zurücke bricht. Doch die gegenwärtige Absicht gestattet nicht mehreres hievon anzuführen, besonders da die Zubereitung des Glases von verschiedener Brechbarkeit noch nicht offentlich und hinlänglich bekannt gemacht worden. Wenn aber auch die Abweichungen, welche aus den Farben entstehen, gehoben werden; so bleibt dannoch die Abweichung von der Kugelgestalt der Gläser noch übrig, welche zwar einen grösern Winkel als jene verträgt.

§. 120.

§. 120.

Doch mus ich den Anfängern noch sagen, daß, wenn ihnen die durch das erste Brechen entstandene gefärbte Strahlen weiter zu behandeln vorkommen, sie sich der bisherigen, bey allen Lichtstrahlen angewendeten, Regeln richtig bedienen können; nur mit dem Zusatz, daß sie solche zweymal, nehmlich bey dem äussersten rothen und äussersten violetten Strahl anwenden. Z. E. Sie wollten auf das Glas ac noch ein anders erhabenes legen, welches die in ac durch das Brechen im Winkel gai hervorgebrachte Farbenstrahlen aufs neue brechen sollte; und verlangten zu untersuchen, wie groß nach dem zweyten Brechen der Farbenraum an der Hauptaxe des Glases ausfallen würde: so würden sie aus der Brennweite des zweyten Glases, und den beyden Entfernungen cg und ci, nach §. 64. zwo andere Entfernungen, die cx und cy heissen mögen, suchen müssen, deren Unterschied den gesuchten Farbenraum anzeigen würde.

Tab. IV. Fig. 35

Der siebende Abschnitt.

Von den Bildern, welche die einfachen sphärische Gläser entwerfen.

§. 121.

Es ist §. 2. aus der Erfahrung, welche die natürliche und künstliche Camera obscura, ja der unmittelbare Gebrauch unserer Augen gewähret, angenommen worden, daß ein jeder Lichtstrahl, auf einer ihm entgegen stehenden Fläche, ein Bild des Punktes im Gegenstande entwerfe, wovon er ausgefahren. Vereinigen sich nun mehrere Strahlen, die von Einem Punkte des Gegenstandes ausgehen, vermittelst der Re-

Refraction §. 4. wieder alle genau in Einem Punkte: so kann sich nur ein Bild jenes Punktens abmahlen.

Mehrere von einem Punkte ausfahrende Strahlen sind allemal divergirende: doch wenn diese divergirende Strahlen von einem Punkte eines weitentlegenen Gegenstandes ausgehen; so werden sie scheinbar parallel. In diesem Verstand können auch parallele Strahlen ein deutliches Bild entwerfen. Die von einem Gegenstande convergirend ausgehende Strahlen hingegen sind völlig untüchtig zu einem deutlichen Bilde, weil sie niemals von eben demselben Punkte ausgehen.

§. 122.

Nach dem 4ten Abschnitte werden die aus dem Brennpunkte eines erhabenen Glases ausfahrende Strahlen nach dem Brechen scheinbar parallel, und geben ein unendlich entferntes und groses Bild.

Die innerhalb der Brennweite eines erhabenen Glases ausgehende, wie auch alle divergirend auf ein Hohlglas einfallende Strahlen, werden nach dem Brechen wieder divergirende, und vereinigen sich niemals in einem Bilde vorwarts.

Also kann nur ein erhabenes einzeles Glas, und auch dieses nur von einem Gegenstande, der über die Brennweite von ihm entfernet ist, ein deutliches positives Bild darstellen auf eine entgegengesetzte Fläche.

§. 123.

Da man sich hier eine Linie und Fläche vorstellen kann, als wenn sie aus unzahlbaren Punkten zusammengesetzt wären: so mus auch ein Bild einer Linie und Fläche entstehen, wenn sich alle ihre Punkten oder Theile, in einer Aehnlichkeit, auf der entgegen gesetzten Fläche, nach dem Brechen abmahlen.

§. 124.

Es erfordern diese durch ein Glas entworfene Bilder eine dreyfache Betrachtung. Man siehet
1) auf ihre Entfernung vom Glase.
2) auf ihre Gröse nach allen Abmessungen.
3) auf ihre Deutlichkeit und Helligkeit.

§. 125.

Tab.V Fig.36 Es sey nun Fig. 36. a b ein erhabenes Glas, c f = c d dessen Brennweite, G L H ein Gegenstand ausserhalb der Brennweite c d, L l die Hauptaxe, G g und H h die äusserste Seitenaxen des Glases: so wird der Punkt L das ganze Glas a b bestrahlen, und einen Lichtkegel L a b bilden, der durch das Brechen sich in einen andern Lichtkegel a b l verwandelt, und der Punkt L des Gegenstandes wird sich, vermittelst aller Strahlen dieser beyden Lichtkegel, in l entwerfen. Gleiches geschiehet von den Punkten G und H, ja von allen Punkten zwischen ihnen auf der ganzen Fläche des Gegenstandes. Es werden also alle Punkten des Gegenstandes G H in g h abgebildet; folglich ist g h ein ganzes Bild von G H, und es ist nur noch zu zeigen, daß das Bild g h dem Gegenstande G H ähnlich sey.

§. 126.

Tab.V Fig.36 Man betrachte den Gegenstand G H anfangs als eine Linie; so ist klar, daß die Triangel G H c und g h c, welche der Gegenstand G H mit seinen äussersten Seitenaxen G c und H c, und das Bild mit eben diesen in gerader Linie fortgesetzten Seitenaxen c g und c h machen, einander ähnlich seyen. Dann man hat immer gleiche Winkel in c, auch wo man die Dicke des Glases mit betrachtet, und Gegenstand und Bild werden hier allezeit unter sich parallel angenommen.

Weil

Weil nun dieses in einem jeden Durchschnitte des Gegenstandes und Bildes statt hat: so fallen alle Theile des Gegenstandes auf eine ähnliche Art in das Bild; welches demnach eine völlige Aehnlichkeit mit dem Gegenstande erhalten mus.

§. 127.

Wird Fig. 36 gh als ein Gegenstand betrachtet; so wird, nach den im 4 Abschnitte gegebenen Regeln, sich der Punkt l in L, der Punkt g in G, und der Punkt h in H abbilden, und also GH das Bild von dem Gegenstande gh werden. Man kann demnach GH und gh entweder als ein Bild, oder als einen Gegenstand ansehen, je nachdem das eine oder das andere für den Gegenstand angenommen wird. Tab.V Fig.36

§. 128.

Da die Seitenaxen Gg und Hh sich in c, der Mitte des Glases, durchschneiden: so fällt die Lage des Bildes gh verkehrt, in Vergleichung mit der Lage des Gegenstandes GH; so daß im Bilde dasjenige unten, oder auf die rechte Seite zu stehen kommt, was in dem Gegenstande oben, oder auf der linken Seite sich befindet. Tab.V Fig.36

§. 129.

Wegen der ähnlichen Triangel cgh und cGH verhält sich hg : HG = cl : cL, und also das Längenmaas des Bildes, zum Längenmaase des Gegenstandes; wie die Entfernung des Bildes, zu der Entfernung des Gegenstandes, vom Glase. Tab.V Fig.36

Da nun, nach §. 65. die eine von diesen beyden Entfernungen, durch die andere und die Brennweite des Glases, bestimmt wird: so verhält sich

cl — cf : cf = cl : cL und
cL — cf : cf = cL : cl

nach

nach §. 67. aber

$cl + cL : cL = cl : cf$ oder

$cL + cl : cl = cL : cf$

und da sich ferner verhält

$cl : cL = gh : GH$

so wird sich auch verhalten

$cl - cf : cf = gh : GH$

$cL - cf : cf = GH : gh$

$GH + gh : gh = cL : cf$ oder

$gh + GH : GH = cl : cf$ und endlich

$gh : GH + gh = cf : cL$

In dem Fall, wo man $gh = GH$, oder $cl = cL$ haben will; mus auch $cl - cf = cf$ und also gh oder $cl = 2\,cf$ werden, folglich $cf = \frac{gh}{2}$ oder $\frac{cl}{2}$

§. 130.

Die 37. Aufgabe.

Tab.V Fig.36

Aus der gegebenen Entfernung cl eines Bildes gh vom Glase, und der Brennweite $cf = cd$ eines erhabenen Glases ab; die Entfernung cL des Gegenstandes GH zu finden.

Die Auflösung,

durch Zeichnung und Rechnung, kommt gänzlich überein mit der Auflösung der 7. Aufgabe, §. 65. Z. E. Es sey $cl = 7$, $cf = 6$; so ist $\frac{7 \times 6}{7 - 6} = \frac{42}{1} = 42 = cL$, der gesuchten Entfernung.

§. 131.

Die 38. Aufgabe.

Tab.V Fig.36

Aus der gegebenen Entfernung cL eines Gegenstandes GH, und der Brennweite cf eines erhabenen Glases ab; die Entfernung cl eines Bildes gh zu finden.

Die

Die Auflösung,

durch Zeichnung und Rechnung, ist völlig einerley mit der Auflösung der 7. und 37. Aufgabe, §. 65 und 130. Z. E. Es sey cL = 42, cf = 6; so ist $\frac{42 \times 6}{42 - 6} = \frac{252}{36} = 7 =$ cl, der gesuchten Entfernung.

§. 132.

Die 39. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung cL des Gegenstands GH, und der Entfernung cl des Bildes gh, Tab.V Fig.36 die Brennweite cf = cd eines erhabenen Glases ab zu finden.

Die Auflösung,

durch Zeichnung und Rechnung, ist nicht unterschieden von der Auflösung der 9. Aufgabe. §. 67. Z. E.

Es sey cl = 7, cL = 42; so ist $\frac{7 \times 42}{7 + 42} = \frac{294}{49}$ = 6 = cf = cd, der verlangten Brennweite.

Wenn cl = cL = 42 angenommen wird; so ist $\frac{42 \times 42}{2 \times 42} = \frac{42}{2} = 21 =$ cf = cd.

§. 133.

Die 40. Aufgabe.

Aus der, nach dem Längenmaas, gegebenen Gröse des Bildes gh, nebst desselben Entfernung cl vom Glase ab, auch der Brennweite cf, die Gröse des Gegenstandes GH, in eben solchem Maas, zu finden. Tab.V Fig.36

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Setzet cl, auf der Hauptaxe Ll, aus c in l, und cf aus c in f; suchet aus cl und cf die Entfernung cL nach §. 130. und ziehet durch l und L Parallelen mit ab.
2. Traget die Hälfte von gh aus l in g und h, und ziehet aus g und h durch c, die äusserste Seiten-

axen g G und h H bis in die durch L gezogene Parallele: so werden diese die verlangte Gröse des Gegenstands G H bestimmen.

2) durch Rechnung.

Multipliciret g h mit c f, und dividiret das Product durch den Unterschied zwischen c l und c f. Z. E. Es sey $g h = 2$, $c f = 6$, $c l = 7$; so ist $\frac{2 \times 6}{7 - 6} = \frac{12}{1}$ $= 12 =$ G H, der gesuchten Gröse des Gegenstandes.

§. 134.

Die 41. Aufgabe.

Tab.V Fig.36 Aus der, nach dem Längenmaas, gegebenen Gröse des Gegenstandes G H, nebst desselben Entfernung c L vom Glase, und der Brennweite $c f = c d$; die Gröse des Bildes g h, in eben solchem Maas, zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Setzet c L, auf der Hauptaxe, aus c in L, und c f aus c in d; suchet aus c L und $c d = c f$ die Entfernung c l nach §. 131, und ziehet durch L und l Parallelen mit a b.
2. Traget die Hälfte von G H aus L in G und H, und ziehet, aus G und H durch c, die äusserste Seitenaxen G g und H h bis in die durch l gezogene Parallele: so werden diese die verlangte Gröse des Bildes g h bestimmen.

2) durch Rechnung.

Multipliciret G H mit c f, und dividiret das Product durch den Unterschied zwischen c L und c f. Z. E. Es sey $G H = 12$, $c f = 6$, $c L = 42$; so ist $\frac{12 \times 6}{42 - 6}$ $= \frac{72}{36} = 2 =$ g h, der verlangten Gröse des Bildes.

§. 135.

§. 135.

Die 42. Aufgabe.

Aus der, nach dem Längenmaas, gegebenen Gröse sowol des Gegenstandes GH, als auch des Bildes gh, und der Entfernung cL vom Glase, die Brennweite des Glases cf = cd zu finden. Tab.V Fig.36

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Richtet in L, der Mitte des Gegenstands GH die Hauptaxe Ll senkrecht auf, und traget aus L die Hälfte des Gegenstandes in H, und die Hälfte des Bildes in k.
2. Ziehet aus G durch c die von L mit H gleichweit abstehende äusserste Seitenaxe Gg unbestimmt fort, und aus k eine Parallele mit der Hauptaxe Ll. Aus g, wo diese Parallele die Seitenaxe schneidet, fället einen Perpendikel auf die Hauptaxe; so bestimmt der Punkt l die Entfernung cl.
3. Da euch nun cL und cl bekannt sind; so suchet aus denselben, nach der 39. Aufgabe §. 132. die verlangte Brennweite.

2) durch Rechnung.

Multipliciret cL mit gh, und dividiret das Product durch die Summe von GH und gh. Z.E.

Es sey cL = 42, gh = 2, GH = 12; so ist $\frac{42 \times 2}{12 + 2} = \frac{84}{14} = 6 = cf$, der gesuchten Brennweite.

§. 136.

Die 43 Aufgabe.

Aus der, nach dem Längenmaas, gegebenen Gröse so wohl des Gegenstandes GH, als auch des Bildes gh, und cf der Brennweite des Glases; die Entfernung cL, des Gegenstandes vom Glase, zu finden. Tab.V Fig.36

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Verfahret gänzlich, wie mit der 42. Aufgabe Nro. 1 und 2 §. 135. bis ihr c l gefunden habt.
2. Hernach suchet aus c l und c f, nach der 37. Aufgabe §. 130. die verlangte Entfernung c L.

2) durch Rechnung

Multipliciret die Summe von GH und gh mit c f, und dividiret das Product durch gh. Z. E. Es sey GH = 12, gh = 2, c f = 6; so ist $\frac{12+2)6}{2}$ $= \frac{8}{2}\frac{4}{} = 42 =$ c L, der verlangten Entfernung.

Not. Durch Zeichnung wird der Abstand und die Gröse des Bildes aus dem gegebenen Abstand und Gröse der Sache, und der Brennweite des Glases, am leichtesten auf folgende Art bestimmt.

1. Ziehet aus G die äusserste Seitenaxe G g unbestimmt, und zugleich die Linie G m mit der Hauptaxe L l parallel auf m b.
2. Aus m ziehet ferner durch den Brennpunkt f die gerade Linie m g fort, bis sie die Seitenaxe G g in g schneidet.
3. Aus g fället ein Perpendikel g l auf die Hauptaxe L l; so ist der Abstand c l und die Gröse g l bestimmt, die ihr mit eben dem Maasstabe messen könnet, womit ihr das gegebene aufgetragen.
4. Gehet m g mit G g parallel, so ist das Bild unendlich entfernt. Divergiren aber diese beyde Linien; so zeigen sie ruckwarts das negative Bild.

Umgekehrt läßt sich aus der gegebenen Gröse und Abstand so wohl der Sache als auch ihres Bildes, eben so leicht der Ort und die Brennweite des Glases finden. Nehmlich

1. Ziehet die äusserste Seitenaxe G g; so schneidet dieselbe in der Hauptaxe L l den Ort des Glases in c ab.

2. Machet G m mit der Hauptaxe parallel, und verbindet m und g vermittelst der Linie m g; so bestimmt diese in f den Brennpunkt, folglich auch c f die Brennweite des erhabenen Glases a b.

§. 137.

Wenn man bey dem Gegenstande und Bilde sein Absehen auf ihr Flächenmaas oder Körpermaas richtet: so müssen alle 4 Glieder der Proportionen §. 129. worinnen der Gegenstand und das Bild enthalten sind, in ihr Quadrat, oder ihren Cubum erhoben werden. Hernach handelt man, mit diesen Quadraten oder Cubis, wie in den bisherigen Aufgaben mit ihren Wurzeln. Da aber die gesuchte Zahl allezeit eine Quadrat- oder Cubiczahl ist; so mus aus ihr noch die Quadrat- oder Cubicwurzel ausgezogen werden, das gesuchte in dem Längenmaas zu erhalten. Z. E. Es wird in der Proportion §. 129.

g h : GH + g h = c f : c L.
2 : 12 + 2 = 6 : c L.

die Fläche von GH und g h gegeben; so würde diese Proportion nun seyn

g h ⋋ gh : GH + g h ⋋ GH + gh = cf ⋋ cf : cL ⋋ cL
2 ⋋ 2 : 12 + 2 ⋋ 12 + 2 = 6 ⋋ 6 : cL ⋋ cL

und also $\frac{14 \curlywedge 14 \curlywedge 6 \curlywedge 6}{4} = 49 \curlywedge 36 = 1764$
$= cL \curlywedge cL$, folglich die Quadratwurzel aus 1764 = 42 = c L, der gesuchten Entfernung des Gegenstandes.

§. 138.

Es sey, Fig. 37. a b ein erhabenes Glas, c f dessen Brennweite = 1; in der Entfernung c L = 2 ⋋ cf stehe ein Gegenstand GH; und in der Entfernung c P = 3 ⋋ c f ein anderer Gegenstand M N: so wird g h das Bild von GH, und m n das Bild von Tab. IV. Fig. 37

MN seyn, und jenes um 2, dieses aber um $1\frac{1}{2}$ vom Glase abstehen, §. 65. und 131.

Zween oder mehrere Gegenstände, die verschiedene Entfernungen vom Glase a b haben, können sich also auf eben derselben Wand, an einerley Orte, nicht zugleich deutlich abbilden; sondern die Wand oder Fläche, worauf ein deutliches Bild eines näheren Gegenstands gefallen, mus sich dem Glase, oder das Glas der Wand nähern, wenn ein entfernterer Gegenstand sein deutliches Bild darauf zeigen soll.

Doch wenn der nächste Gegenstand weit vom Glase abstehet; so fällt sein deutliches Bild so nahe an die deutliche Bilder der weiter entfernten Gegenstände, daß man an eben demselben Orte noch alle diese Bilder auf einmal ziemlich deutlich erblicket. Z. E. Die Brennweite des Glases sey = 1, und die Entfernungen der Gegenstände vom Glase = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ꝛc. ꝛc.; so werden die Entfernungen ihrer Bilder seyn = 2, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{3}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{5}$, $1\frac{1}{6}$, $1\frac{1}{7}$, $1\frac{1}{8}$, ꝛc. ꝛc. und diese werden folglich bald nahe zusammen kommen.

Gesetzt aber der Gegenstand wäre G N, und machte mit der Hauptaxe P l einen schiefen Winkel: so erhellet aus dem erstbesagten, daß der Punkt G sich in g, der Punkt N in n, und also G N in g n deutlich abbilden werde. Wollte man demnach das Bild n g auf einen Blick deutlich sehen; so müßte die Wand auch schief nach der Richtung n g stehen, und das Bild g n würde dem Gegenstande G N in dem perspectivischen Verstand dannoch ähnlich bleiben.

§. 139.

Tab. V Fig. 38

Es sey Fig. 38. a b ein hohles Glas, c f = c o dessen negative Brennweite, L t die Hauptaxe, G r und H k die äusserste Seitenaxen: so wird der Lichtkegel L a b in den abgekürzten a b t t, G a b in a b r r, und H a b in a b k k gebrochen. §. 71. und also der

Punkt

Punkt L in ttt, der Punkt G in rrr, und der Punkt H in kkk verstreuet.

Diesemnach kann ein Hohlglas allein kein positives Bild entwerfen, da die gebrochene Strahlen sich nicht nur nicht vorwarts mit ihren Axen vereinigen, sondern vielmehr immer weiter von ihnen entfernen.

Doch vereinigen sich diese gebrochene Strahlen ruckwarts mit ihren Axen; nehmlich ttt mit der Hauptaxe Lt in l, rrr mit der Seitenaxe Gr in g, und kkk mit der Seitenaxe Hk in h. Da kann man sich also ein negatives Bild gh von dem Gegenstande GH vorstellen, welches allemal zwischen den äussersten Seitenaxen, auf einerley Seite des Glases mit dem Gegenstande stehet. Daher das negative Bild auch eben die Lage behält, welche der Gegenstand hat.

§. 140.

Da die Triangel GcH und gch einander ähnlich sind, in allen Fällen, wo der Gegenstand mit dem Durchschnitte des Glases, und also auch mit dem Bilde gh parallel stehet: so ist hier wieder, wie §. 129. hg: HG = cl: cL, und verhält sich also das Längenmaas des negativen Bildes, zu dem Längenmaase des Gegenstandes; wie die Entfernung dieses Bildes, zu der Entfernung des Gegenstandes vom Glase. Tab. V Fig. 38

Da nun, nach §. 70. 71. die eine von diesen beyden Entfernungen durch die andere und die negative Brennweite des Glases bestimmet wird: so verhält sich

cl — cf : cf = cl : cL und
cL + cf : cf = cL : cl

nach §. 73. aber

cL — cl : cl = cL ; cf

und da sich ferner verhält

$cl : cL = gh : GH$

so wird sich auch verhalten

$cf : cf - cL = GH : gh$ oder

$cL + cf : cf = GH : gh$

$GH - gh : gh = cL : cf$ oder

$GH - gh : GH = cl : cf$. Endlich

$GH : GH - gh = cf : cL$. und

$gh : GH - gh = cf : cL$

§. 141.

Die 44. Aufgabe.

Tab.V Fig.38

Aus der gegebenen Entfernung cl eines negativen Bildes gh vom Hohlglase ab, und der negativen Brennweite $cf = co$, die Entfernung cL des Gegenstandes GH zu finden.

Die Auflösung

durch Zeichnung und Rechnung, kommt, da hier die einfallende Strahlen convergiren, gänzlich überein mit d : Auflösung der 12. Aufgabe §. 70. Z. E.

Es sey $cl = 3$, $cf = 4$; so ist $\frac{4 \times 3}{4 - 3} = \frac{12}{1} =$

$12 = cL$ der gesuchten Entfernung.

§. 142.

Die 45. Aufgabe.

Tab.V Fig.38

Aus der gegebenen Entfernung cL, eines Gegenstandes GH, vom Hohlglase ab, und der negativen Brennweite $cf = co$, die Entfernung cl des negativen Bildes gh zu finden.

Die Auflösung

durch Zeichnung und Rechnung ist völlig einerley mit der Auflösung der 13. Aufgabe §. 71. Z. E.

Es sey $cL = 12$, $cf = 4$: so ist $\frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3$

$= cl$ der verlangten Entfernung.

§. 143.

§. 143.

Aus der gegebenen Entfernung cL eines Gegenstandes GH, und der Entfernung cl, seines negativen Bildes, vom Hohlglase ab, die negative Brennweite cf = co dieses Hohlglases zu finden. Tab. V Fig. 38

Die Auflösung,

durch Zeichnung und Rechnung, ist nicht unterschieden von der Auflösung der 15. Aufgabe §. 73. B. E.

Es sey cL = 12, cl = 3; so ist $\frac{12 \times 3}{12 - 3} = \frac{36}{9} =$ 4 = cf, der gesuchten Brennweite.

Auch hier ist der leichteste Weg, durch Zeichnung den Abstand und die Gröse des negativen Bildes zu finden, fast eben der, welcher §. 136. Not. bey erhabenen Gläsern gezeigt worden. Man ziehet Fig. 38.

1. aus H die äusserste Seitenaxe Hc und die Linie Hm mit der Hauptaxe Lc parallel auf am.
2. Aus m eine gerade Linie mf in den negativen Brennpunkt des Glases.
3. Aus h, wo die Seitenaxe Hc von mf geschnitten wird, ziehe man eine parallele gh mit ab, die beyde äusserste Seitenaxen Hc und Gc berührt: so ist hg das verlangte negative Bild.

§. 144.

Mehrere Aufgaben hievon halte für überflüssig, da sie mit denen von §. 70. an oben vorgekommenen übereinkommen, und aus den Proportionen §. 140. zu ersehen sind, auf eine Art, die den Anfängern nicht schwehr seyn kan, indeme sie nichts anders als die bekannte Regel de Tri vor sich haben.

§. 145.

Sucht man, aus der gegebenen unendlich weiten Entfernung des Gegenstandes, die Entfernung so wohl des positiven Bildes im erhabenen Glase, als auch des negativen Bildes im Hohlglase:

glase: so findet man diese beyde Entfernungen eben so groß, als die positive oder negative Brennweite des Glases. §. 76 und 78.

Die unendliche Entfernung des Gegenstands aber ist hier eben nicht allemal im strengen Verstande zu nehmen; sondern eine Entfernung ist für unsere Augen schon als unendlich zu achten, wo wir die divergirend einfallende Strahlen von parallelen nicht mehr unterscheiden; oder wo ein Glas ein Bild auf der Wand entwirft, dessen Entfernung vom Glase der Brennweite desselben sehr nahe kommt. Z. E. Wir unterscheiden die Länge eines gemeinen Schritts, von $2\frac{1}{2}$ Fuß, schon nicht mehr so leicht von einer Länge, die nur um $\frac{1}{1000}$ Theil gröser ist als 1 Schritt. Es sey diese letztere die Entfernung des Bildes von einem erhabenen Glase, dessen Brennweite 1 Schritt beträgt; so wird die Entfernung des Gegenstands seyn = 1001 Schritte = $\frac{1}{8}$ einer teutschen Meile. Eine Entfernung, die wir also unter diesen Umständen schon für unendlich groß halten können.

§. 146.

In dem erhabenen Glase ist die Entfernung eines Bildes, das ein gegebener Gegenstand in allen möglichen Entfernungen entwirft, allezeit der Brennweite eines andern erhabenen Glases gleich, welches ein eben so groses Bild, von einem unendlich weit entfernten Gegenstande, auf der vorigen Wand entwerfen würde.

Z. E. Die Brennweite des erstern Glases sey = 2, die Entfernung des Gegenstands = 6; so wird die Entfernung des Bildes seyn = $\frac{6 \times 2}{6 - 2} = 3$. Nun sey ferner die Brennweite des andern Glases = 3 = der Entfernung des Bildes vom ersteren Glase, und der Gegenstand unendlich entfernt; so wird die Entfernung

fernung seines Bildes durch dieses andere Glas seyn $= \frac{\text{Inf.} \times 3}{\text{Inf.} - 3} = 3$, und also eben so entfernt, folglich auch eben so gros, als das Bild durch das erstere Glas.

§. 147.

Es sey überhaupt die Brennweite des erhabenen Glases $= F$, und des Gegenstands Entfernung unendlich; so wird die Entfernung des Bildes seyn $= \frac{\text{Inf.} \times F}{\text{Inf.} - F} = F$; es ist aber auch $\frac{F \times \frac{1}{2} F}{F - \frac{1}{2} F} = F$; also ist es gleich viel, in dem Absehen auf das Bild, ob der Gegenstand unendlich weit entfernt wäre, oder ob zwischen eben denselben Seitenaxen, in der Entfernung der Brennweite, an seiner statt ein Gegenstand stünde, welcher, vermittelst eines Glases von der halben Brennweite des vorigen, abgebildet würde: denn man erlangt in beyden Fällen eben dasselbe Bild, und hat den sehr bekannten §. 129. angezeigten Fall vor sich, wo ein in gedoppelter Brennweite des Glases entfernter Gegenstand seinem Bilde gleich wird. Hieraus fließt dieser sehr nutzliche und bequeme Satz:

Man kann sich, in allen Fällen, wo ein Gegenstand vermittelst paralleler Strahlen auf ein erhabenes Glas fällt, vorstellen, der Gegenstand stehe zwischen den äussersten Seitenaxen in dem äussern Brennpunkte des Glases, und das Bild desselben, in dieser Lage, werde durch ein Glas von der halben Brennweite eben so groß entworfen, als der unendlich entfernte und grose Gegenstand sein Bild in der Entfernung des Brennpunkts eines Glases von der ganzen Brennweite darstellt. Es dienet solches die Bilder von unendlich entfernten Sachen mit den Bildern der nahen leicht zu vergleichen.

§. 148.

§. 148.

Hat man es mit einem Hohlglase zu thun, dessen negative Brennweite = F, der Gegenstand aber unendlich entfernt seyn soll; so ist $\frac{\text{Inf.} \times F}{\text{Inf.} + F}$. Es ist aber auch nur $\frac{F \times \frac{F}{2}}{F - \frac{F}{2}} = F$, welches im Hohlglase convergirende Strahlen anzeigt, und nur im Erhabenen divergirende. Die Vergleichung ist also durch ein anders Hohlglas nicht möglich; sondern mus vermittelst eines erhabenen Glases gemacht werden. Es ist nehmlich Ein Ding, ob der Gegenstand unendlich weit vom Hohlglase entfernt wäre; oder ob ein erhabenes Glas von der halben Brennweite des angenommenen Hohlglases an dem Ort des hohlen läge, und ein Bild eines auf die andere Seite des Glases gesetzten, gleich grosen und gleich entfernten, Gegenstands entwerfen würde. Denn da würde man in beyden Fällen einerley Grösse des Bildes an eben demselben Ort erlangen.

§. 149.

Die 47. Aufgabe.

Aus der gegebenen Brennweite eines erhabenen Glases, und der Entfernung eines Gegenstands von diesem Glase, die Brennweite eines andern erhabenen Glases zu finden, welches von einem unendlich weit entfernten Gegenstande eben das Bild entwerfen würde, welches das gegebene Glas von dem gegebenen Gegenstande entwirft.

Auflösung
durch Zeichnung und Rechnung.

Suchet, nach der 38. Aufgabe §. 131. aus der gegebenen Brennweite und Entfernung des Gegenstandes

des

des, die Entfernung des Bildes; so ist diese die verlangte Brennweite. Z. E.

Es sey die gegebene Brennweite = 4, und die gegebene Entfernung des Gegenstands = 12; so ist $\frac{12 \times 4}{12 - 4} = \frac{48}{8} = 6 =$ der gesuchten Brennweite. Denn $\frac{Inf \times 6}{Inf. - 6} = 6$, und also beydemal die Entfernung des Bilds einerley.

§. 150.

Die 48. Aufgabe.

Aus der gegebenen negativen Brennweite eines hohlen Glases, und der Entfernung eines Gegenstandes vom Hohlglase, die negative Brennweite eines andern hohlen Glases zu finden, welches von einem unendlich weit entfernten Gegenstande eben das negative Bild entwerfen würde, welches das gegebene Glas von dem gegebenen Gegenstande entwirft.

Auflösung
durch Zeichnung und Rechnung.

Suchet, nach der 45. Aufgabe §. 142. aus der gegebenen negativen Brennweite, und der Entfernung des Gegenstandes, die Entfernung des negativen Bildes; so ist diese die gesuchte negative Brennweite. Z. E.

Es sey wiederum die gegebene Brennweite = 4, die Entfernung des Gegenstands = 12; so ist $\frac{12 \times 4}{12 + 4} = \frac{48}{16} = 3$, der gesuchten negativen Brennweite. Denn es ist $\frac{Inf. \times 3}{Inf. + 3} = 3$, und also auch hier einerley Entfernung und Gröse des Bilds in beyden Fällen.

§. 151.

Wenn die Sache einem erhabenen Glase näher stehet als sein Brennpunkt: so erlangt man ebenfalls ein

ein negatives Bild, dessen Entfernung und Gröse nach der 7. Aufgabe §. 65. am leichtesten bestimmt werden. Z. E. Es sey die Brennweite des erhabenen Glases = 4, und die Entfernung der Sache vom Glase = 3; so wird $\frac{4 \times 3}{4 - 3} = 12$ die Entfernung des negativen Bildes im erhabenen Glase seyn. Der Unterschied, zwischen dem negativen Bilde eines erhabenen und eines hohlen Glases, erhellet aus §. 51.

Der achte Abschnitt.

Von den Bildern, welche mehrere verbundene sphärische Gläser entwerfen.

§. 152.

Die sphärische Gläser werden entweder innerhalb, oder ausser ihrer Brennweite, miteinander verbunden. In jenem Fall ist eines, oder jedes, als ein Collectivglas des andern, und beyde zusammen, in gewisser Art, als ein einfaches Glas anzusehen: In diesem Fall aber hat man es immer, im eigentlichen Verstand, mit mehreren Gläsern zu thun.

§. 153.

Es ist oben, von §. 93 bis 98. schon von den Collectivgläsern gehandelt und gezeigt worden, wie ihre gemeinschaftliche Brennweite gefunden werde: nun aber ist nöthig, dieselben, im Absehen auf ihre Bilder, näher zu betrachten.

§. 154.

Tab. V Fig. 39

Es sey a c ein halbes erhabenes Glas, c f dessen Brennweite, n o ein halbes erhabenes Collectivglas, o f dessen Brennweite, g d ein halber Gegenstand, der in dem Brennpunkte des Glases a c stehet:

so

so ist aus der 30. Aufgabe §. 95. klar, daß die gemeinschaftliche Brennweite dieser beyden verbundenen Gläser cF seyn werde.

Die Seitenaxe gm wird in dem Collectivglase np, nach §. 65, von p nach i gebrochen, und die mit dieser Seitenaxe parallel einfallende Strahlen werden also mit ihr in i vereiniget, als dem Ort, wo pi und Fi einander schneiden. Folglich ist Fi das halbe Bild, welches die verbundene Gläser ac und no vom halben Gegenstande gd entwerfen: das Bild aber, welches das Glas ac allein von der Sache bd machen würde, ist fm, §. 76.

Nun verlangt man diese beyde Bilder Fi und fm in allen Fällen miteinander zu vergleichen.

Man siehet leicht, daß ein einfaches erhabenes Glas qr, dessen Brennweite rf wäre, und von dem die Sache tu = gd eben so weit abstünde, als gd von ac, den einfallenden Strahl gq, nach dem Brechen, mit der Hauptaxe df in F, und den mit der Seitenaxe ti auf q parallel einfallenden Strahl mit ihr in i vereinigen, und also eben dasselbe Bild Fi allein machen würde, das beyde verbundene Gläser ac und no gemeinschaftlich entwerfen. Ich will dieses Glas qr künftig ein **Vergleichungsglas** nennen.

§. 155.

Die 49 Aufgabe.

Aus der gegebenen Brennweite cf eines erhabenen Glases ac, und der Brennweite of seines erhabenen Collectivglases no, auch co der Entfernung beyder Gläser voneinander; die Brennweite rF eines Vergleichungsglases mit obigen beyden zu finden. Tab. V Fig. 39

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Suchet cF die gemeinschaftliche Brennweite beyder gegebenen Gläser nach §. 95.

2. Zie-

2. Ziehet den mit der Hauptaxe df, aus g dem äussersten Punkte der Sache, parallel einfallenden Strahl ga unbestimmt fort; und den im Collectivglase no gebrochenen äussersten Strahl n F zurück, bis er gq in q schneidet.

3. Aus dem Durchschnitte in q fället qr senkrecht auf die Hauptaxe df: so ist rF die verlangte Brennweite des Vergleichungsglases, die ihr messen könnet.

2) durch Rechnung.

Wegen der ähnlichen Triangel fon und fca ist no : ac = fo : fc; Und wegen der ähnlichen Triangel Fon und Frq ist ferner no : qr = Fo : Fr. Da nun qr = ac; so ist

fo : fc = Fo : Fr, und also

fc — co : fc = Fc — co : Fr.

Woraus sich folgende Regel ergiebt:

1. Suchet die gemeinschaftliche Brennweite beyder gegebenen Gläser, nach §. 95, durch Rechnung.

2. Ziehet co, den Abstand beyder Gläser voneinander, so wol von der Brennweite cf des Hauptglases ac, als auch von der gemeinschaftlichen Brennweite cF ab, und merket die Reste fo und Fo.

3. Endlich berechnet aus fo, fc, und Fo die vierte geometrische Proportionalzahl; so erlanget ihr Fr, die gesuchte Brennweite des Vergleichungsglases qr.

Z. E.

Es sey fc = 5, fo = $2\frac{1}{2}$; so ist co = $2\frac{1}{2}$, Fc = $3\frac{3}{4}$, Fo = $1\frac{1}{4}$, und also $2\frac{1}{2} : 5 = 1\frac{1}{4} : Fr$, folglich Fr = $2\frac{1}{2}$ = der gesuchten Brennweite.

Oder kürzer.

Wenn fc = F, fo = f, co = d, und die Brennweite des Vergleichungsglases = G angenommen wird; so ist

$$G = \frac{(F-d) \times F \times f}{(F-d+f) \times (F-d)}$$, folglich kürzer

$$G = \frac{F \times f}{F+f-d}$$, und also die Regel diese:

Von

Von der Summe der Brennweiten des Haupt- oder Vorderglases, und seines Collectivglases, ziehet, ihren Abstand voneinander, ab; und dividiret, durch den gefundenen Rest, das Product der Brennweiten beyder Gläser.

Z. E. Es sey $F = 12$, $f = 4$, $d = 8$;

so ist $G = \frac{12 \times 4}{12 + 4 - 8} = \frac{12 \times 4}{8} = 6.$

Ist hingegen G bekannt, und man will F, f oder d suchen; so dienen hierzu folgende Regeln:

$F = \frac{(f - d)\ G}{f - G}$ oder, wenn f kleiner ist als d oder

$G,\ F = \frac{(d - f)\ G}{G - f}$

Z. E. $\frac{(8 - 4)\ 6}{6 - 4} = \frac{24}{2} = 12.$

$f = \frac{(F - d)\ G}{F - G}$ Z. E. $\frac{(12 - 8)\ 6}{12 - 6} = \frac{24}{6} = 4 = f.$

$d = F + f - \frac{F \times f}{G}$. Z. E. $12 + 4 - \frac{12 \times 4}{6}$

$= 16 - 8 = 8 = d.$

Vielleicht sind manchen Anfängern folgende 4 Sätze nach der Regel de Tri noch faßlicher:

$F + f - d : F = f : G.$
$f - G : f - d = G : F.$
$F - G : F - d = G : f.$
$G : F = f : x$, und $F + f - x = d.$

§. 156.

Wenn nun die Seitenaxe g m bis in f m, und t i mit derselben parallel, durch r die Mitte des Vergleichungsglases, bis in F i gezogen wird: so sind beyde Bilder f m und F i durch Zeichnung bestimmt, und können vermittelst eines Maßstabs verglichen werden. Tab. V Fig. 39

In dem Absehen auf die Berechnung aber ist, nach §. 129,

ur : Fr = tu : Fi, und da
ur = cd und tu = gd; so ist
cd : Fr = gd : Fi, folglich

$$Fi = \frac{Fr \times gd}{cd}.$$

Ferner verhält sich

cd : fc = gd : fm; daher ist

$$fm = \frac{fc \times gd}{cd}.$$ Es ist also

$$Fi : fm = \frac{Fr \times gd}{cd} : \frac{fc \times gd}{cd},$$ und

folglich Fi : fm = Fr : fc, auch §. 155.
Fi : fm = Fo : fo, und auch
Fi : fm = Fc — co : fc — co.

Das ist: die Bilder, welche ein erhabenes Glas mit seinem erhabenen Collectivglase, und ohne dasselbe, von eben demselben Gegenstande macht, verhalten sich gegeneinander

1) wie die Brennweite des Vergleichungsglases, zu der Brennweite des Hauptglases.
2) Wie ihre Entfernungen vom Collectivglase.
3) Wie der Unterschied der gemeinschaftlichen Brennweite und des Abstands beyder Gläser voneinander, zu dem Unterschiede der Brennweite des Hauptglases und des Abstands beyder Gläser voneinander.

§. 157.

Die 50. Aufgabe.

Tab.V Fig.39 Aus der gegebenen Brennweite cf eines erhabenen Glases ac, der Brennweite of seines erhabenen Collectivglases no, dem Abstande co beyder Gläser voneinander, der Entfernung cd des Gegenstands vom Hauptglase, und gd der Gröse des Gegenstands; die Gröse des Bildes Fi, welches beyde Gläser gemeinschaftlich entwerfen, zu finden.

Auf-

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1 Suchet die Brennweite rF des Vergleichungsglases qr nach §. 155. und machet Fi mit no parallel.

2. Ziehet durch r, die Mitte des Vergleichungsglases, eine Parallele ti, mit gm, der Seitenaxe des Hauptglases ac, bis in Fi: so bestimmt der Durchschnitt in i die verlangte Grösse des gemeinschaftlich entworfenen Bildes Fi, die ihr mit eben dem Maßstab, worinnen das gegebene aufgetragen worden, messen könnet.

Auf eine andere Art:

1. Suchet die gemeinschaftliche Brennweite cF nach §. 95. und traget solche, nebst cf der Brennweite des Hauptglases ac, auf der Hauptaxe, aus c in F und f.
2. Machet fm und Fi mit no parallel, und ziehet nicht nur die äusserste Seitenaxe gm, sondern auch, aus dem Durchschnitte in m, die Linie mo in die Mitte des Collectivglases no: so bestimmt der Durchschnitt in i die verlangte Grösse des gemeinschaftlichen Bildes Fi.

2) durch Rechnung.

1. Bestimmet die Brennweite rF des Vergleichungsglases qr nach §. 155.
2. Suchet zu der Entfernung cd des Hauptglases vom Gegenstande, zu der Nro 1 gefundenen Brennweite rF, und zu gd der Grösse des Gegenstands, die vierte geometrische Proportionalzahl: so druckt solche die verlangte Grösse des Bildes Fi aus. Z. E. Es sey $cd = 5$, $rF = 2\frac{1}{2}$, $gd = 2$; so ist $5 : 2\frac{1}{2} = 2 : Fi$, und also $Fi = 1$.

Auf eine andere Art.

1. Bestimmet, nach §. 129. oder 134, die Gröse des Bildes fm, das von dem Hauptglase allein herrühret.
2. Ziehet co, die Entfernung beyder Gläser voneinander, erstlich von cf der Brennweite des Hauptglases, hernach von cF der gemeinschaftlichen Brennweite ab, und merket beyde gefundene Reste of und oF.
3. Suchet zu dem ersten und zweyten Rest, und zu der Gröse des Bildes fm Nro. 1. die 4te geometrische Proportionalzahl: so ist diese die verlangte Gröse des Bildes Fi. Z. E.
Es sey $fc = 5$, $co = 2\frac{1}{2}$, $Fc = 3\frac{3}{4}$, $fm = 2$; so ist $2\frac{1}{2} : 1\frac{1}{4} = 2 : Fi$; folglich $Fi = 1$. wie oben.

Man setzt gemeiniglich die Gröse des Gegenstands $= 1$; alsdenn ist $Fi = \frac{Fr}{cd} = \frac{oF.}{of}$

Denn es ist $cd : cf = gd : fm$

$cf : rF = fm : Fi$

$cd : rF = gd : Fi$

$cd : rF = 1 : Fi$

§. 158.

In dem besondern Fall, wo die Brennweite des grösern erhabenen Hauptglases der Summe der Brennweite des kleinern Collectivglases und des Abstands beyder Gläser voneinander gleich wird, oder wo $F = f + d$; fällt der gemeinschaftliche Brennpunkt in die Mitte der Brennweite des Collectivglases, und das Vergleichungsglas in die Mitte des Abstands beyder Gläser voneinander.

Also ist hier $\frac{f + d}{2}$ oder die Summe der Brennweite des Collectivglases und des Abstands der Gläser voneins-

voneinander, oder auch, da $F = f + d$, die halbe Brennweite des Hauptglases, der Brennweite des Vergleichungsglases gleich.

Aus eben diesem Grunde ist das gemeinschaftliche Bild auch hier allemal die Hälfte von dem Bilde, welches das Hauptglas von einerley Sache allein entwerfen würde, beyde nach dem Längenmaas betrachtet. Und also sind alle solche gemeinschaftliche Bilder, die einerley Verhältnis gegen das nämliche Bild, so vom Objectiv- oder Hauptglase allein herrührt, haben, auch unter sich von einerley Gröse.

Wenn die Brennweite des Haupt- oder Vorderglases, und der Abstand beyder Gläser voneinander, einerley bleiben; hingegen die Brennweite des Collectivglases gröser angenommen wird: so wächst mit dieser veränderten Brennweite auch zugleich die Gröse des gemeinschaftlichen Bildes.

Gleiches geschiehet, wenn die einmal angenommene Brennweite beyder Gläser immer beybehalten, und nur der Abstand beyder Gläser voneinander verändert, und gröser angenommen wird.

In allen Fällen aber wird das gemeinschaftliche Bild kleiner, als das Bild, welches das Hauptglas allein entwerfen würde.

§. 159.

Das Vergleichungsglas vertritt in allen Fällen die Stelle der beyden innerhalb ihrer Brennweite miteinander verbundenen Gläser; und man behandelt dasselbe wie alle andere einfache erhabene Gläser, nach der bisherigen Anleitung. Es lassen sich also alle §. 129. gesetzte Proportionen, und daraus hergeleitete Aufgaben, auf die Gläser, welche ein Collectivglas haben, vermittelst des Vergleichungsglases, leicht anwenden.

§. 160.

Es sey Fig. 40. a c ein halbes erhabenes Glas, Tab. V
c f desselben Brennweite, n o ein halbes hohles Col- Fig. 40
lectiv-

lectivglas, oF = or dessen negative Brennweite, gd ein Gegenstand; so ist aus §. 97. klar, daß die gemeinschaftliche Brennweite dieser beyden Gläser cF und also positiv seyn werde. gi, die Seitenaxe des erhabenen Glases, wird in dem hohlen Collectivglase aus p nach m gebrochen: folglich ist Fm das Bild vom Gegenstande, welches beyde Gläser gemeinschaftlich machen; und fi das Bild, welches von dem erhabenen Glase ac allein herrühret, und zwar beyde positiv. Das erhabene Vergleichungsglas aber wird hier qr werden, und seine Brennweite rF seyn.

§. 161.

Die 51. Aufgabe.

Tab.V Fig.40 Aus der gegebenen Brennweite cf eines erhabenen Glases ac, der kleinern negativen Brennweite oF seines hohlen Collectivglases no, und dem Abstande co beyder Gläser voneinander, die Brennweite rF eines erhabenen Vergleichungsglases mit obigen beyden zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Suchet die gemeinschaftliche Brennweite cF der beyden gegebenen Gläser, nach §. 97.
2. Ziehet den im hohlen Collectivglase gebrochenen äussersten Strahl nF in gerader Linie zurücke, bis er den äussersten Strahl des Gegenstands ga, der mit der Hauptaxe parallel einfällt, in q schneidet.
3. Aus dem Durchschnitte in q fället qr senkrecht auf die Hauptaxe dF; so ist rF die verlangte Brennweite des Vergleichungsglases, die ihr mit dem Maasstab, womit das gegebene aufgetragen worden, messen könnet.

2) durch Rechnung.

Wegen der ähnlichen Triangel fon und fca ist auch hier no : ac = fo : fc.

Und wegen der ähnlichen Triangel Fon und Frq ist ferner no : qr = Fo : Fr.

Da

Da nun qr = ac; so ist auch
fo : fc = Fo : Fr, und also
fc — co : fc = Fc — co : Fr, woraus sich diese Regel ergiebt.

1. Suchet die gemeinschaftliche Brennweite cF beyder gegebenen Gläser durch Rechnung, nach §. 97.
2. Ziehet co den Abstand beyder Gläser von einander, sowol von der Brennweite cf des erhabenen Glases, als auch von der gemeinschaftlichen Brennweite cF ab, und merket die Reste fo und Fo. Berechnet aus fo, fc, und Fo die vierte geometrische Proportionalzahl: so ist diese die verlangte Brennweite rF des Vergleichungsglases. Z.E. Es sey $fc = 5$, $co = 2\frac{1}{2}$, $Fc = 7\frac{1}{2}$; so ist $fo = 2\frac{1}{2}$, $Fo = 5$, und also $2\frac{1}{2} : 5 = 5 : rF$, folglich $rF = 10$. Oder kürzer:

Soll hier ein positives Bild entstehen; so mus die Brennweite des erhabenen Vorderglases allemal gröser seyn, als die Brennweite des hohlen Collectivglases.

Wenn nun F die grösere, f die kleinere Brennweite der würklichen Gläser, d ihren Abstand voneinander, und G die verlangte Brennweite des erhabenen Vergleichungsglases bedeutet; so ist, wo $f + d$ gröser als F, $G = \frac{f \times F}{(f + d) - F}$, und also die Regel diese:

Ziehet die grösere Brennweite von der Summe der kleinern, und des Abstands der Gläser voneinander, ab, und dividiret durch den Rest das Product beyder Brennweiten.

Z. E. Es sey $f = 5$, $F = 6$, $d = 2$; so ist $G = \frac{5 \times 6}{(5 + 2) - 6} = \frac{5 \times 6}{1} = 30$.

In dem Fall aber, wo $f + d$ kleiner als F, ist $G = \frac{F \times f}{F - (f + d)}$ und also die Regel folgende:

Ziehet die Summe der kleinern Brennweite, und des Abstands, von der grösern Brennweite ab, und divi-

dividiret durch den Rest das Product der beyden Brennweiten.

Z. E. Es sey $F = 8$, $f = 2$, $d = 5$; so ist

$$G = \frac{8 \times 2}{8 - (2 + 5)} = \frac{8 \times 2}{1} = 16.$$

In diesem letztern Fall entstehet ein negatives Bild, und das Vergleichungsglas ist ein hohles.

§. 162.

Wenn demnach die Seitenaxe tm des Vergleichungsglases qr bis in Fm, mit gi, des Hauptglases Seitenaxe, parallel gezogen wird; so bestimmt sie, durch Zeichnung, den Punkt m, folglich die Gröse des gemeinschaftlichen positiven Bilds Fm.

In Ansehung der Berechnung aber ist, nach §. 129, $ur : Fr = tu : Fm$. Da nun $tu = gd$, und $cd = ur$; so ist

$$cd : Fr = gd : Fm, \text{ folglich } Fm = \frac{Fr \times gd}{cd}$$

ferner ist $cd : fc = gd : fi$, folglich $fi = \frac{fc \times gd}{cd}$

also ist $Fm : fi = Fr : fc$, das ist

$$Fo : fo = Fc - co : fc - co$$

Es verhalten sich also diese Bilder eben so gegeneinander, wie §. 156. wo das Collectivglas erhaben war: nur wird hier das gemeinschaftliche Bild entfernter und gröser, als dasjenige, welches das Hauptglas allein entwirft.

§. 163.

Die 52. Aufgabe.

Tab. V Fig. 40

Aus der gegebenen Brennweite cf eines erhabenen Glases ac, der negativen Brennweite Fo, seines hohlen Collectivglases no, dem Abstande co beyder Gläser voneinander, dem Abstande cd des Gegenstandes vom Hauptglase, und der Gröse des Gegenstandes gd; die Gröse des gemeinschaftlichen positiven Bildes Fm zu finden.

Auflö-

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Suchet die Brennweite rF des Vergleichungsglases qr, nach §. 161. und machet Fm mit no parallel.
2. Ziehet durch r, die Mitte des Vergleichungsglases, eine Parallele tm mit der äussersten Seitenaxe des Hauptglases gi; so bestimmt der Durchschnitt in m die verlangte Gröse des Bildes Fm.

Auf eine andere Art.

1. Suchet die gemeinschaftliche Brennweite cF, nach §. 97;
2. Machet Fm und fi mit no parallel, und ziehet nicht nur die äusserste Seitenaxe gi, sondern auch aus o durch den Durchschnitt in i die Linie om; so bestimmt der Durchschnitt in m die verlangte Gröse des gemeinschaftlichen Bildes Fm.

2) durch Rechnung.

1. Bestimmet die Brennweite rF des Vergleichungsglases qr, nach §. 161.
2. Suchet zu cd dem Abstand des Hauptglases vom Gegenstande, zu rF der gemeinschaftlichen Brennweite, und zu gd der Gröse des Gegenstands, die vierte geometrische Proportionalzahl; so ist solche die verlangte Gröse des gemeinschaftlichen Bildes Fm. Z. E.

Es sey cd = 5, rF = 10, gd = 2; so ist 5 : 10 = 2 : Fm, also Fm = 4.

Auf eine andere Art.

1. Bestimmet, nach §. 134. die Gröse des Bildes fi, das von dem Hauptglase ac allein herrühret.
2. Ziehet co, die Entfernung beyder Gläser voneinander, erstlich von cf der Brennweite des Hauptglases, hernach von der gemeinschaftlichen Brennweite cF ab, und merket die Reste of und oF.

3. Suchet zu dem ersten und zweyten Reste, und zu der Gröse des Bildes fi Nro. 1. die vierte geometrische Proportionalzahl; so ist diese die gesuchte Gröse des Bildes F m. Z. E.

Es sey $fi = 2$, $cf = 5$, $cF = 7\frac{1}{2}$, $co = 2\frac{1}{2}$; so ist $of = 2\frac{1}{2}$, $oF = 5$, und also $2\frac{1}{2} : 5 = 2 : Fm$, folglich $Fm = 4$, wie oben.

§. 164.

Wenn die Summe der negativen Brennweite des Collectivglases, und des Abstands beyder Gläser von einander, der Brennweite des erhabenen Hauptglases gleich wird; so ist das gemeinschaftliche Bild unendlich gros, weil alsdenn die von jedem Punkt der Sache ausgehende Strahlen, nach dem zweyten Brechen in dem hohlen Collectivglase parallel werden. Ist diese Summe gröser oder kleiner, und zugleich die Brennweite des hohlen Glases kleiner, als des erhabenen; so entstehet im erstern Fall ein endliches positives Bild, im andern aber ein negatives.

§. 165.

Die andere Art der Verbindung mehrerer Gläser ist, wenn eines derselben ausserhalb der Brennweite des andern, an eben derselben Hauptaxe stehet. Dieses geschiehet entweder so, daß beyder verbundenen Gläser Brennweiten in dem äussern Brennpunkte des einen, und innern Brennpunkte des andern Glases, zusammenstosen; oder daß zwischen beyden Brennweiten ein Raum bleibt; oder daß, nicht zwar das eine Glas selbst, doch seine Brennweite ganz oder zum Theil, in die Brennweite des andern Glases fällt.

§. 166.

Das Bild, welches ein einzeles Glas von einer Sache entwirft, wird allemal durch convergirende Strahlen bestimmt. Fangt man diese nicht vermittelst einer entgegengesetzten Fläche auf: so gehen

sie

sie in der Luft, nach ihrem Creuzen divergirend fort, und fallen solchergestalten auf das zweyte ihnen entgegen gesetzte Glas als divergirende.

Man kann also das Bild der Sache als einen neuen Gegenstand ansehen, der auf das zweyte Glas vermittelst eben derselben fortgehenden Strahlen einfällt, durch welche er selbst gebildet worden; und man hat nur diese auf das 2te Glas einfallende divergirende Strahlen eben so zu behandeln, wie überhaupt Strahlen, die in eben solcher Richtung auf ein einfaches Glas, von gleicher Brennweite mit dem hier angenommenen 2ten Glase, fallen.

Stehet also das Bild vom ersten Glase in dem innern Brennpunkte des 2ten Glases; so werden die darauf divergirend einfallende Strahlen nach dem Brechen parallel werden, und erst in einer unendlichen Entfernung ein Bild entwerfen.

Kommt das Bild des ersten Glases zwischen das 2te Glas und den Brennpunkt desselben zu stehen; so werden die auf das letztere Glas divergirend einfallende Strahlen, nach dem Brechen, wieder divergirende werden, und also unvermögend seyn ein positives Bild darzustellen.

Wenn aber das vom ersten Glase entworfene Bild einen grösern Abstand vom 2ten Glase hat, als die Brennweite des letztern beträgt; so entstehet allezeit ein positives endliches Bild von dem ersten Bilde, und also ein 2tes Bild vom Gegenstande. Man siehet leicht, daß das 2te Bild wieder eben so auf ein drittes, viertes ꝛc. Glas strahlen, und also ein 3tes, 4tes ꝛc. Bild von eben demselben Gegenstande entwerfen könne.

Das 2te, 4te, 6te ꝛc. Bild behält die Lage des Gegenstandes; das 1te, 3te, 5te ꝛc. aber fällt verkehrt.

Alle diese Sätze sind zwar aus §. 80. und wenn man nicht nur auf die Entfernung von den Gläsern

an

sich, sondern auch auf deren Einfluß in die Gröse der Bilder siehet, aus §. 129. ꝛc. ꝛc. klar: doch will ich den Anfängern noch eine besondere Figur beysetzen, und dieselbe erläutern.

§. 167.

Tab.V Fig.41 Es sey dg, Fig. 41, ein halber Gegenstand, ca ein halbes erhabenes Glas von der Brennweite $\frac{1}{2}$ cf $= \frac{1}{2}$ cd, oder, wenn dg vermittelst paralleler Strahlen einfällt, cf = cd; so wird fm das Bild von dg vermittelst des ersten Glases ca seyn. §. 147.

Man fange die Strahlen gn und ap, welche die Gröse des Bildes fm bestimmen, mit einem 2ten erhabenen Glase no auf, dessen Brennweite or=os seyn soll, und also kleiner als die Entfernung of des 2ten Glases vom ersten Bilde: so wird sich fp mit der Hauptaxe dF in F vereinigen §. 65. mn aber dieselbe nach dem Brechen in t, und ferner die mit no gezogene Parallele Fi in i schneiden; und also erstere die Entfernung oF, letztere aber die Gröse des 2ten Bildes Fi bestimmen.

§. 168.

Die 53. Aufgabe.

Tab.V Fig.41 Aus der gegebenen Gröse eines Gegenstands dg, seinem Abstand cd von einem erhabenen Glase ac, der Brennweite $\frac{1}{2}$ cf, oder, bey sehr entferntem Gegenstande, cf, dieses Glases, ferner dem Abstand co = cf + fo, eines andern erhabenen Glases no, von dem ersten Glase ac, und der Brennweite or = os des letzteren Glases; die Gröse des 2ten Bildes Fi zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget den gegebenen gedoppelten Abstand cd und co, von d der Mitte des Gegenstands an; nacheinander auf die Hauptaxe dF.

2. Su-

2. Suchet, nach §. 65. oder 76, die Entfernung des ersten Bildes mf vom Glase ac.
3. Ziehet den gebrochenen Strahl af, wordurch ihr die Entfernung des Bildes Nro. 2 bestimmet habt, in gerader Linie bis auf das 2te Glas fort, und suchet, nach §. 65. oF die Entfernung des 2ten Bildes.
4. Endlich ziehet aus g, dem äussersten Punkte des Gegenstands, erstlich die Seitenaxe gm, und ferner aus m, dem äussersten Punkte des ersten Bildes, die Seitenaxe mi durch die Mitte des 2ten Glases, und darneben durch F eine Parallele Fi mit dem Durchschnitte der Gläser: so bestimmt der Durchschnitt in i die gesuchte Gröse des 2ten Bildes Fi, die ihr messen könnet.

2) durch Rechnung.

Es verhält sich, nach §. 129 oder 134.
cd : cf = dg : mf und
of : oF = mf : Fi, folglich
cd ⋊ of : cf ⋊ oF = dg : Fi; woraus sich nachstehende Regel ergiebt.

1. Suchet, nach §. 65. die Entfernungen cf und oF beyder Gläser von den ihnen zugehörigen Bildern, und multipliciret sie und die Gröse des Gegenstandes ineinander.
2. Das erlangte Product dividiret durch das Product der Abstände cd und of beyder Gläser von ihren unmittelbaren Gegenständen gd und mf: so zeigt der Quotient die verlangte Gröse des 2ten Bildes Fi an. Z. E.

Es sey dg = 1, cd = 2, cf = 2, of = 4, or = 3; so ist oF = 12, cd ⋊ of = 8, cf ⋊ oF = 24, und also 24 dividirt durch 8 = 3 = Fi.

§. 169.

Es bleibe alles in der 41. Fig. wie es §. 167. angenommen worden; nur werde das erste Glas nun ein

Tab. V Fig. 41

ein Hohlglas von der negativen Brennweite cd = cf; so wird ga nach al gebrochen werden, und al zurücke gezogen die Hauptaxe dF in d schneiden §. 78. folglich wird im gegenwärtigen Falle dg sowol der Gegenstand als das negative Bild seyn.

Man fange die Strahlen gn und dl, welche das negative Bild bestimmen, mit dem erhabenen Glase nl auf, dessen Brennweite or = os ist, und also kleiner als der Abstand des 2ten Glases vom ersten Bilde: so wird sich dl, nach dem Brechen, mit der Hauptaxe in k vereinigen, gn aber die Parallele hk mit nl in h schneiden; und also erstere die Entfernung ok, letztere aber die Gröse des 2ten Bildes hk bestimmen, welches verkehrt fällt in Ansehung des Gegenstandes und des ersten negativen Bildes.

§. 170.

Die 54. Aufgabe.

Tab.V Fig.41

Aus der gegebenen Gröse eines Gegenstandes gd, dessen Abstande cd vom ersten hohlen Glase ac, der negativen Brennweite cd dieses Glases, ferner dem Abstande co des 2ten und zwar erhabenen Glases nl vom ersten Glase ac, und des 2ten Glases Brennweite or; die Gröse des 2ten Bildes hk zu finden.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Traget den gegebenen gedoppelten Abstand cd und co, von d der Mitte des Gegenstands an, nacheinander auf die Hauptaxe dF.
2. Suchet die Entfernung dc des negativen Bildes von dem Hohlglase ac, nach §. 71. oder 78. Ziehet ferner aus d durch den Einfallspunkt a die Linie dl bis auf das 2te Glas fort, und suchet nach §. 65. die Entfernung ok des gebrochenen Strahls lk, oder des 2ten Bildes.

3. Endlich ziehet aus g, dem äussersten Punkte des Gegenstandes, erstlich die Seitenaxe gn, und dann aus eben diesem g, als dem äussersten Punkt des negativen Bildes, die Seitenaxe gh durch o die Mitte des 2ten Glases: so bestimmt jene, nach dem Brechen, mit dieser, den Punkt h, und also hk, die verlangte Gröse des 2ten Bildes.

2) durch Rechnung.

Es verhält sich, nach §. 140. und 129.

cd : cd = dg : dg und

do : ok = dg : hk, folglich

do ⩕ cd : ok ⩕ cd = dg : hk, woraus folgende Auflösung fließt.

1. Suchet die Entfernungen ok und cd beyder Gläser von denen ihnen zugehörigen Bildern hk und dg, und multipliciret sie selbst und die Gröse des Gegenstands ineinander.

2. Das Product dividiret durch das Product der Abstände do und cd beyder Gläser von ihren unmittelbaren Gegenständen (welche hier beyde in dg fallen): so zeigt der Quotient die verlangte Gröse des 2ten Bildes hk an. Z. E.

Es sey dg = 1, cd = 2, do 8; so ist ok, wenn or = 3, = $4\frac{4}{5}$, cd ⩕ ok = $9\frac{3}{5}$, cd ⩕ do = 16; und also $9\frac{3}{5}$ dividirt durch 16 = $\frac{3}{5}$ = hk, der Gröse des gesuchten Bildes.

§. 171.

Die Betrachtung der Deutlichkeit und Helligkeit der Bilder, welche vermittelst der sphärischen Gläser entstehen, ist zwar in ihrem ganzen Umfang keine Sache für die Anfänger: dennoch aber wollte ich sie nicht ganz übergehen, und nur dasjenige berühren, was ihnen davon aus dem bisherigen Unterricht faßlich ist.

§. 172.

Die Deutlichkeit eines Bildes erfordert, daß alle Lichtstrahlen, die von Einem Punkte der Sache aus- und durch das Glas gehen, sich wieder in dem ähnlichen Punkte des Bildes vereinigen.

Dieses geschiehet erträglich, wenn das Glas die wahre und zu der genauen Vereinigung schickliche Kugelgestalt auf beyden Seiten hat; auch nicht allzubreit oder allzuweit geöffnet ist §. 31. 32. 46. 47. 101; und die Wand, welche die Bilder auffangt, nach den Spitzen der gebrochenen Lichtkegel, richtig gekrümmet wird. Doch zeigen die Gläser, aller dieser Vorsichtigkeit ungeachtet, dißfalls immer noch einige Abweichung.

Wo sich das Gegentheil findet, erhält man ineinander fallende Cirkelflächen an statt der Punkten, die nothwendig eine Undeutlichkeit im Bilde machen müssen; wie es der Augenschein zeigt, wenn die Wand dem Glase näher zu stehen kommt als das deutliche Bild, oder weiter von demselben entfernet wird, weil in diesen Fällen nicht die Spitzen der Lichtkegel, sondern kleine Flächen der abgekürzten Kegel das Bild machen.

Man setze mehrere Gläser von einerley Breite, aber verschiedenen Brennweiten, nacheinander in die Oeffnung eines finstern Zimmers: so werden die Bilder nicht nur in der Klarheit, sondern auch einigermassen in der Deutlichkeit abnehmen, wenn die Brennweiten zunehmen. Man merkt dieses nicht sowol an den Bildern selbst; weil die mit der Brennweite zunehmende Gröse derselben einigermassen wieder ersetzt, was die Entfernung genommen: sondern vielmehr daran, daß die Bilder von groseh Brennweiten etliche Zolle mehr oder weniger Entfernung vom Glase haben können, ohne in der Deutlichkeit merklich unterschies

schieden zu seyn; da hingegen kürzere Brennweiten, ohne undeutlich zu werden, keinen Unterschied der Entfernung des Bildes vom Glase gestatten.

Der Grund hievon kann wohl kein anderer seyn, als daß die Winkel, welche die gebrochenen Strahlen mit ihren Axen am Ort des Bildes machen, mit der zunehmenden Gröse der Brennweite kleiner oder spitziger werden; da dann die Spitze der kleineren Winkel immer unbestimmter für uns wird, als die Spitze der gröseren, wenn sie eine Wand auffangt.

In dickeren Gläsern, und auch in solchen, die ein Collectivglas haben, gehen die Seiten der gebrochenen Lichtkegel allezeit in grösern Winkeln zusammen, als in dünneren und einfachen von gleicher Breite und Brennweite mit jenen. Gleiches geschiehet in allen breiteren Gläsern in Vergleichung mit den schmäleren. Folglich wird vermittelst der breiteren, dickeren, oder mit einem Collectivglase versehenen Gläser, wo keine andere Hindernis vorhanden ist, ein deutlicheres Bild erhalten, als in dem entgegen gesetzten Fall; womit auch die Erfahrung übereinstimmt.

Wenn ein planconvexes Glas seine erhabene Seite, oder ein auf beyden Seiten ungleich erhabenes Glas die Fläche vom kleinern Radio, dem Gegenstande zukehret: so wird das Bild bestimmter und deutlicher, als wenn die flächeren Seiten gegen die Sache gerichtet werden; welches die Anfänger leicht durch die Erfahrung finden, an dem Bilde der Sonne, oder der Flamme einer Kerze bey Nacht. Man wird eben dieses finden, wo zwey auf beyden Seiten gleich erhabene Gläser von ungleichen Brennweiten aufeinander gelegt werden, sonderlich wenn ihr Unterschied beträchtlich ist. Doch fasset man zuweilen 2 planconvexe Gläser so, daß ihre erhabene Seiten aneinander stosen; weil diese Verbindung alsdenn das Ansehen eines dicken auf beyden Seiten ebenen

Glases erhält, und doch die Würkungen eines erhabenen Glases im Vergrösern, Anzünden ꝛc. zeigt, welches zwar mehr zur Verwunderung Anlaß gibt, als einen besondern wahren Vortheil bringt, ausgenommen daß sich hier die Abweichungen vorzüglich an den Strahlen bemerken lassen.

§. 173.

Die Helligkeit oder Klarheit eines Bildes beruhet auf mehr oder weniger dichten Lichtstrahlen. Zwey Lichter an eben demselben Orte beleuchten stärker als eines, ein nahes Licht stärker als ein entfernteres, und die senkrechte Strahlen stärker als die schiefen. In jenen Fällen aber sind die Lichtstrahlen allemal dichter, als in diesen.

§. 174.

Tab.V Fig.42 Es sey Fig. 42. c g k ein Lichtkegel, also c ein strahlender Punkt, c d die Axe des Kegels: so ist klar, daß ein Lichtstrahl c g, und alle aus c auf g d fallende, sich immer, mit ihrer Entfernung von der Spitze des Kegels, auch gleichmässig von der Axe c d entfernen, und, ohne Vermehrung ihrer Menge, einen grösern Raum einnehmen.

Es verhält sich also die Dichte der Lichtstrahlen in a b, zur Dichte derselben in d g, wie d g zu a b; und da d g : a b = c d : c a, umgekehrt, wie die Entfernungen vom strahlenden Punkte c.

Weil nun in dem Triangel c d k gleiches statt hat, und der Innhalt der Cirkel sich wie die Quadrate ihrer Durchmesser verhält: so ist in einem Lichtkegel die Dichte der Strahlen in bh^2 zu der Dichte derselben in gk^2, wie cd^2 zu ca^2. Das ist: die Stärke des Lichts in einem näheren Krayß verhält sich zur Stärke eben dieses Lichtes in einem entferntern Krayß, umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen dieser Krayse von dem strahlenden Punkte.

§. 175.

§. 175.

Doch ist hiebey vorausgesetzt, daß die Lichtstrahlen an ihrer gleichförmigen Ausbreitung nicht gehindert werden; welches doch in ihrem Gang durch die Luft, nochmehr aber durch Wasser, Glas ꝛc. geschiehet.

Man halte ein erhabenes oder hohles Glas gegen die Sonne; so wird in einem gewissen Abstande, der unten wird bestimmt werden, ein Spiegelbrennpunkt erscheinen von einer sehr merklichen Klarheit, der aus den zurückegeworfenen Strahlen entstehet, und man darf oft den 6ten Theil der auf ein Glas fallenden Lichtstrahlen von denen abrechnen, welche nach dem letzten Brechen in den dioptrischen Brennpunkt kommen.

§. 176.

Wenn man nichts abrechnet; so kommen alle Tab.V Fig. 36. aus G auf das Glas a b fallende Strahlen Fig.36 in g wieder zusammen, und die aus H und L ausfahrende in h und l. Man mus sich vorstellen, daß aus jedem Punkte der Fläche des Gegenstands G H ein solcher Lichtkegel ausgehe, und nach dem Brechen wieder in einen Lichtkegel zusammenlaufe, der sich in dem Bilde g h endiget. Demnach kommen alle Lichtstrahlen, die von der Sache auf das Glas fallen, in ihr Bild. Ist nun die Fläche des Bildes kleiner als die Fläche der Sache; so ist es auch heller als die Sache, im Gegentheil aber dunkeler.

Nach §. 174. verhält sich die Helligkeit der Sache und des Bildes gegeneinander umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Glase, folglich $GH^2 : gh^2 = cl^2 : CL^2$. Es sey $cl = 3$, $CL = 6$; so ist $GH^2 : gh^2 = 9 : 36 = 1 : 4$. und also das Bild in diesem Fall, ohne etwas abzurechnen, 4mal heller als die Sache.

§. 177.

Weil auf ein breiteres Glas mehrere Strahlen von einem Punkte der Sache fallen, als auf ein schmäleres; so kommen auch mehrere Strahlen in das Bild in jenem Fall als in diesem, und breitere Gläser geben also hellere Bilder.

Wenn aber zwey gleichbreite Gläser, von verschiedenen Brennweiten, ein Bild von einerley Sache entwerfen; so wird das Bild von der kleinern Brennweite heller werden als das Bild von der grösern, weil dieses gröser wird als jenes.

Eben so wird das Bild von einem Glase, das ein erhabenes Collectivglas hat, heller ausfallen, als das Bild, welches das Hauptglas alleine entwirft; denn auch dieses ist allezeit gröser, als jenes. Ueberhaupt erlangt man in dieser Vergleichung die Helligkeit, wenn man die geöffnete Breite des Glases quadrirt, und dieses Quadrat durch das Quadrat der Breite des Bildes dividirt. An statt des Quadrats der Breite des Bildes, kann man das Quadrat der Vergröserung annehmen, wenn etwa dieses bekannt, jenes aber unbekannt wäre.

Durch Versuche können wir nur eine gleiche Helligkeit sicher unterscheiden; weil in diesem Fall allein der Augstern einerley Oeffnung behält.

Der neunte Abschnitt.

Von den Bildern, die in unsern Augen ohne, oder vermittelst der einfachen sphärischen Gläser entstehen.

§. 178.

Unser Auge ist eine, aus einer ziemlich harten Haut gebildete, Kugel, die wir vermittelst mehrerer Muskeln und Bänder, in einem beinernen Gehäuse, nach allen Seiten wenden können.

Der

Der Durchmesser dieser Kugel hält einen Rheinländischen Zoll, und sie ist dicht angefüllt mit drey sogenannten Feuchtigkeiten, der wässerichten, crystallenen und der gläsernen, welche alle sehr durchsichtig sind, und die Lichtstrahlen, doch nicht gleich stark, brechen.

Die crystallene Feuchtigkeit gleicht nach ihrer Gestalt einem auf beyden Seiten ungleich erhabenen Glase. Die erhabenste Seite ist gegen den Grund des Auges gekehrt, und von der gläsernen Feuchtigkeit, die den grösten Theil des Auges einnimmt, und sich an dem weissen Netzhäutlein im Grunde des Auges endiget, umgeben. Die flächere Seite aber der crystallenen Feuchtigkeit berührt die wässerichte, und diese die durchsichtige Hornhaut vornen am Auge. In der wässerichten Feuchtigkeit, nahe bey der Hornhaut, befindet sich ein dunkeles Häutlein mit einer runden Oeffnung in seiner Mitte, die der Augstern genennt wird, und, nach Beschaffenheit des einfallenden Lichts, bald gröser bald kleiner erscheinet.

§. 179.

Wenn man die harte Haut hinten am Auge so weit ablöset, bis das übrige durchscheinend wird; und den Augstern gegen eine brennende Kerze in einer schicklichen Entfernung hält: so bildet sich die Flamme verkehrt auf dem Grunde des Augs ab.

Eine solche Abbildung geschiehet ebenfalls durch ein sphärisch-erhabenes Glas. Da nun die crystallene Feuchtigkeit eben dergleichen Gestalt zeigt; so mus sie das Hauptstück im Auge seyn, welches das Bild entwirft, und das übrige muß nur zu der Vollkommenheit des Bildes in der Deutlichkeit, Helligkeit ꝛc. dienen.

§. 180.

Das Bild auf dem Netze des Auges hat nicht Tab.V
die Gröse hg Fig. 43. welche es haben würde, wenn Fig.43

die äusserste Seitenaxen Gg und Hh der Sache GH durch die Mitte des Augsterns c ungebrochen bis auf das Netz fortgiengen; sondern es ist kleiner, weil diese Seitenaxen in den drey Feuchtigkeiten gebrochen werden, und es ist erweislich, daß das Bild dk bey nahem $\frac{2}{3}$ hg gleich seye.

Wenn man also cl, die Tieffe des Augs, in 3 gleiche Theile theilt, und aus m, dem ersten Theilungspunkte von c der Oeffnung des Auges an, eine Parallele md mit der ungebrochenen äussersten Seitenaxe Hh ziehet: so bestimmt diese in d den äussersten Punkt des Bildes; weil sich alsdenn verhält cl: ml = hg : dk. Aus eben diesem Grunde ist auch das Bild dk dem Bilde hg ähnlich.

§. 181.

Tab. VI. Fig. 45

Nach der Erfahrung sehen wir mit blosen Augen einen Punkt auser uns da, wo er würklich ist. Nehmlich wir sehen Fig. 45. den Punkt C in C, wo der Lichtkegel hCk, vermittelst dessen uns der Punkt C in das Aug fällt, sich auser uns endiget.

Eben dieser Lichtkegel hCk würde entstehen, wenn c die Sache wäre, und der Lichtkegel hck, durch ein einzeles erhabenes Glas in C zurücke gebrochen würde.

Wo es also allein auf die Verhältnis der gesehenen Gegenstände gegeneinander nach ihrer Gröse ankommt; da kann man sich ohne Irrthum vorstellen, es stehe in der Oeffnung des Augs ein erhabenes Gläslein, von einer Brennweite, die angemessen ist den Lichtkegel hCk in den Lichtkegel hck zu brechen.

Ja es ist nicht einmal nöthig, dieses Gläslein in der Verhältnis zur Tieffe des Augs anzunehmen; sondern man kann ein jedes in den Augstern setzen, das tüchtig ist, durch das Zurückebrechen, einen beliebigen Lichtkegel hck in den gegebenen hCk zu verwandeln.

Wenn

Wenn man aber die Helligkeit des Bildes im Auge mit der Helligkeit seines Gegenstandes vergleichen will; da hat man nöthig, die Gröse des würklichen Bildes im Auge zu wissen.

§. 182.

Wir sehen, diesem allem nach, eine Sache G H Tab.V nicht zwischen den geraden äussersten Seitenaxen d r Fig.43 und k q, welche von dem Bilde auf dem Netze durch den Augstern gehen; sondern zwischen den äussersten Seitenaxen H h und G g welche in gerader Linie, aus den äussersten Punkten des Gegenstands, durch die Oeffnung des Augs, auf das Netz gezogen werden. Das ist, wir sehen die Sache unter dem Winkel G c H, den ihre äusserste Seitenaxen an der Oeffnung des Augs machen.

§. 183.

Daher bleibt auch hier der ganze Begriff, den wir uns §. 122. ꝛc. Fig. 36. von dem Bilde einer Sache, durch ein einfaches erhabenes Glas, auf einer entgegengesetzten Wand, gemacht haben: nur mus man sich hier das Glas nicht breiter vorstellen, als die Oeffnung des Auges jedesmal ist.

Eine solche Abbildung einer Sache wird, weil sie in einem dunkeln Ort geschiehet, **Camera obscura** genennet; und das Aug kommt am nächsten mit der Art überein, wo das Hauptglas mit einem Collectivglase versehen ist, §. 152. ꝛc. Man könnte an statt jeder Feuchtigkeit des Augs ein besonderes Glas setzen, von welchen das mittlere die kleinste Brennweite, das vorderste die gröste, das letzte aber eine grösere als das mittlere, und kleinere als das erste haben müßte. Denn auf diese Art würde ein einfallender Lichtkegel ebenfalls dreymal gebrochen, und zwar im ersten Glase am schwächsten, im 2ten am stärksten, und im 3ten

schwächer als im 2ten und stärker als im ersten, wie in dem Auge selbst.

§. 184.

Tab. V Fig. 44 Wenn, Fig. 44. die in ein unverändertes Aug fallende parallele Strahlen 1a und 1b sich auf dem Netze in f mit der Hauptaxe gi vereinigen; so wird der Vereinigungspunkt der divergirend einfallenden Strahlen ha und hb in g, und der convergirend einfallenden ka und kb in d fallen, §. 64. 65. und also weder g noch d das Netz berühren, folglich auch daselbst kein deutliches Bild entwerfen. Nun würden die convergirende Strahlen solches zwar auch nicht thun, wenn sie sich gleich auf dem Netze nach dem Brechen vereinigen würden: doch aber siehet ein gesundes Aug sowol vermittelst der parallelen, als auch der meisten näher divergirenden Strahlen deutlich. §. 121.

Dieses könnte nicht geschehen, wenn das Aug nicht das Vermögen hätte, sich so zu verändern, daß die Vereinigungspunkte sowol der parallelen, als der näher divergirenden Strahlen, nach Belieben auf das Netz geleitet werden könnten.

Uebrigens wird der Unterschied zwischen den Vereinigungspunkten f und g immer kleiner, je mehrere Brechungen vorgehen: daher auch die Aenderung des Auges, bey Betrachtung aller Sachen, die weiter als etwa einen Fuß von ihm abstehen, bis zur grösten Entfernung, sehr gering seyn darf.

Die meisten Augen erkennen eine Sache, die näher als acht Zolle am Auge stehet, nicht mehr deutlich: doch scheint solches mehr von der Gewohnheit, die Sachen nicht näher am Auge zu betrachten, herzurühren, als von der natürlichen Untüchtigkeit des Auges, sich nach einem kleineren Abstande zu verändern; weil man viele Menschen findet, die alle

Sachen

Sachen, welche von einer 4 zolligen bis in die grö-ste Entfernung liegen, deutlich sehen können.

§. 185.

Hat ein Aug dieses Vermögen sich zu verändern entweder gar nicht, oder besitzt doch solches einge-schränkter als ein völlig gesundes Aug: so ist es man-gelhaft, und wird nach der Beschaffenheit des Man-gels besonders benennet.

Dasjenige Aug, welches **nur** nahe Sachen, vermittelst der unter grösern Winkeln divergirenden Strahlen, deutlich unterscheidet, ist **kurzsichtig**.

Welches Aug aber **nur** in einer grosen oder der grösten Entfernung deutlich siehet, und also vermit-telst paralleler, oder unter sehr spitzigen Winkeln di-vergirender Strahlen, heisset **weitsichtig**.

Endlich wird das Aug, welches nahe und ent-fernte Gegenstände undeutlich erblicket, und folglich **nur** vermittelst der convergirend einfallenden Strah-len siehet, **überweitsichtig** genennet.

Ein jeglicher von diesen Augenfehlern hat seine Stuffen; wie sie durch Gläser verbessert werden kön-nen, wird unten vorkommen, bey dem Gebrauch oder Nutzen der sphärischen Gläser.

§. 186.

Da das Aug mit der Abbildung einer Sache durch ein erhabenes Glas kann verglichen werden §. 183.: so siehet man den Gegenstand aufrecht, der verkehrt auf das Netz fällt, und verkehrt, was sich im Auge aufrecht abbildet, §. 128.

§. 187.

Unsere Seele urtheilet von der Entfernung ei-ner Sache aus dem Bilde, welches von ihr auf das Netz unsers Auges fällt; folglich aus der Entfernung

der Sache zu der Entfernung des Bildes, von der Oeffnung des Augs, §. 129. und 182.

Zu dieser Vergleichung wird ein Maasstab erfordert; und es ist wohl keiner hierzu geschickter, als die Brennweite des Glases, oder was man an dessen Stelle setzen kann, wordurch das Bild würklich, oder nach unserer Vorstellung entworfen wird. Man nehme diese Brennweite als Eins an, und messe damit die Entfernung des Gegenstandes und des Bildes von der Oeffnung des Augs, worinnen man sich ein einfaches erhabenes Glas vorstellt. §. 181.

So giebt, nach §. 129. ꝛc.

Entfernung der Sache	Entfernung des Bildes
2	2
3	$\frac{3}{2}$
4	$\frac{4}{3}$
5	$\frac{5}{4}$

und so ferner.

Weil nun die Gröse der Sache und des Bildes sich eben so, wie die Entfernungen derselben, gegeneinander verhalten, §. 129. so drucken diese Verhältnisse solche ebenfalls aus. Allein sie stehen noch nicht so, wie wir gewohnt sind die Verhältnisse am leichtesten einzusehen, und mit andern zu vergleichen; nehmlich nicht so, daß das eine Glied der Verhältnis immer Eins bleibe, und das andere damit verglichen werde.

Wir wollen also erstlich das Bild immer als Eins annehmen, und den Gegenstand darnach berechnen durch die Proportionsregel, z. E.

Bild		Sache		Bild		Sache
$\frac{3}{2}$	:	3	=	1	:	x

so erlangen wir x = 2, und wenn wir solches bey der ganzen ersten Reihe thun, so entstehet folgende zweyte Reihe:

Gröse

Gröſe und Entfernung der Sache	Gröſe und Entfernung des Bilds
1	1
2	1
3	1
4	1

und ſo ferner.

Setzen wir aber die Sache immer Eins gleich, und berechnen das Bild darnach, z. E.

Sache Bild Sache Bild

3 : $\frac{3}{2}$ = 1 : x

ſo wird x = $\frac{1}{2}$ werden, und wir bekommen aus der ganzen erſten Reihe nun dieſe dritte:

Entfernung der Sache	Gröſe der Sache	Gröſe des Bilds
1	1	1
2	1	$\frac{1}{2}$
3	1	$\frac{1}{3}$
4	1	$\frac{1}{4}$

und ſo fort.

Hieraus flieſſen folgende nützliche Sätze.

§. 188.

Wenn das Bild im Auge von mehreren Sachen, die verſchieden von demſelben entfernet ſind, immer eben daſſelbige bleibt, wie in der 2ten Reihe §. 187. das iſt, wenn das Aug die ungleich entfernte Gegenſtände gleich groß ſiehet: ſo muß der Gegenſtände Gröſe eben ſo zunehmen, wie ihre Entfernungen. Und umgekehrt: Wenn die Gröſe der verſchieden entfernten Gegenſtände ſich verhält wie ihre Entfernungen; ſo erſcheinen ſie dem Auge gleich groß. Z. E. Es liege eine Sache in der Entfernung 1, und eine andere in der Entfernung 4. vom Auge; ſo muß

die

die letztere auch 4mal gröser als die erstere seyn, wenn beyde dem Auge gleich groß erscheinen sollen.

§. 189.

Wenn hingegen die Gröse des Gegenstands immer Eins bleibt in verschiedenen Entfernungen vom Auge, wie in der 3ten Reihe §. 187; so werden die Bilder im Auge in eben derselben Verhältnis kleiner als Eins, in welcher die Entfernung eben desselben Gegenstandes gröser wird. Z. E. die Sache von 1 Gröse und 2 Entfernung giebt ein Bild von $\frac{1}{2}$ Gröse; ferner die Sache 1 in der Entfernung 4 giebt ein Bild von $\frac{1}{4}$ Gröse. Folglich verhält sich das Bild von der Sache in 2 Entfernung, zu dem Bilde von eben dieser Sache in 4 Entfernung, wie $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{4}$ oder wie 4 : 2, welches die verkehrte Verhältnis der Entfernungen ist.

Wir sehen demnach die Gröse eben desselben Gegenstandes, in verschiedenen Entfernungen, nach der verkehrten Verhältnis dieser Entfernungen.

§. 190.

In dem Fall §. 188. bleibt immer eben derselbe Winkel, unter welchem die Gegenstände in das Aug fallen, oder den die äussersten Seitenaxen mit der Hauptaxe am Auge machen.

Was also unter einerley Winkel am Auge gesehen wird, erscheinet gleich groß.

§. 191.

In dem Fall §. 189. hingegen fällt die Sache immer unter kleinern Winkeln in das Aug, je weiter sie von demselben abstehet.

Wir sehen demnach dasjenige gröser, was unter einem gröseren; und kleiner, was unter einem kleineren

neren Winkel in das Aug fällt. Und da diese Winkel, wenn sie klein sind, sich verkehrt gegeneinander verhalten wie die verschiedene Entfernungen eben derselben Sache, die sie bestimmt, §. 29; so erhellet hieraus abermal, daß wir die Gröse von einerley Sache nach der verkehrten Verhältnis ihrer Entfernungen sehen.

Daher geben uns diese beyde Dinge, gröser oder näher, kleiner oder entfernter seyn, einerley Begriffe.

§. 192.

Da, nach §. 189. die Verhältnis der Gröse des Bildes im Auge zu der Gröse des Gegenstands in allen Entfernungen einerley bleibt: so bleibt auch die Helligkeit des Bilds immer einerley, bey eben derselben Oeffnung des Auges; Wenn nur keiner von den Strahlen unterwegs aufgehalten wird, welches doch um so viel mehr geschiehet, je weiter die Sache vom Auge entlegen ist.

§. 193.

Wenn eine Sache an sich so klein ist, oder durch ihren sehr grosen Abstand uns so klein wird, oder so schwach beleuchtet ist, daß unser Aug von ihrem Bilde entweder gar nicht merklich gerührt wird, oder doch die Theile derselben nicht unterscheidet: so sehen wir diese Sache, auch mit gesunden Augen, und bey der rechten Stellung des Bildes, entweder gar nicht, oder doch nicht deutlich.

Allzustarkes Licht macht uns ebenfalls zum deutlichen Sehen untüchtig. Eine ähnliche Wirkung hat eine sehr schnelle oder auch sehr langsame Bewegung des Gegenstands, und folglich auch seines Bildes in unserm Auge. Ein Bild, das auf den Sehenerven fällt, wird nicht empfunden; doch stehet er so zur innern Seite des Auges, daß sich der Fall selten zu-

tragen

tragen kann, angesetzt, und überdiß kann er nur das eine Aug treffen zu gleicher Zeit.

§. 194.

Tab. VI. Fig. 45 Wir sehen einen Gegenstand AB, Fig. 45. da, wo die Lichtkegel hAk, hCk, hBk, durch welche die Punkte A, C, B, in das Aug gekommen, sich ausser dem Auge endigen würden, wenn a, c, b, die Punkte im Gegenstande, und A, C, B, im Bilde wären, §. 181. Wir sehen ihn also in AB.

Wenn nun ein zweytes Aug D gegen den vorigen Gegenstand AB, und das erste Aug E, so stünde, daß die Punkte des Gegenstands ACB eben so in das 2te Aug fielen, wie sie in das erste gefallen; daß nemlich Cγ die Hauptaxe des Augs D, wie Cc des Augs E, Aα aber und Bβ, die äusserste Seitenaxen, mit den Seitenaxen Aa und Bb übereinstimmten, und zurücke gezogen ebenfalls A, B, C, zur Gränze der zurückgebrochenen Lichtkegel mAn, mCn, und mBn bekämen: so würden beyde Augen D und E eben denselben Gegenstand, an eben demselben Orte, in eben derselben Gröse und Gestalt, im Ganzen und nach seinen Theilen sehen; das ist, beyde Augen würden nicht zween, soudern nur Einen Gegenstand sehen.

Alle diese Bedingungen aber sind in unsern Augen erfüllt, wenn der Gegenstand AB mit der Linie DE, die die Mitte beyder Augen verbindet, parallel, und so weit von den Augen entfernt liegt, daß alle seine Punkte sich in beyden Augen richtig und einstimmig abbilden können; welches geschiehet, wenn jedesmal eine Seitenaxe des Augs D eben so weit auf dem Netze von der Hauptaxe dieses Augs abstehet, als eine von den Seitenaxen des Augs E von der Hauptaxe dieses Augs.

§. 195.

§. 195.

Man nennet hier die Hauptaxen C γ und C c Tab. VI. Fig.45 Sehearen, den Ort des Gegenstands A B den Horopter, oder die Gesichtsgränze, und α, β, γ, übereinstimmende Punkten sowol mit A, B, C, als auch vornehmlich in dem andern Auge mit a b c.

§. 196.

Stehet eine Sache, z. E. i, nicht im Horopter Tab. VI. Fig.45 A B; so wird sie gedoppelt, z. E. i in A und B, gesehen, weil sie nicht in beyden Augen auf übereinstimmende Punkten fällt. Die Probe ist leicht zu machen: man schaue nach einer entfernten Sache, und halte einen Finger, Stab ꝛc. nur 1 bis 2 Fuß vom Auge gegen eben diese Sache, doch mit unverwandten Augen von dieser entfernteren; so wird der Finger ꝛc. gedoppelt erscheinen.

Der Horopter selbst aber kann eben so oft einen andern Ort haben, als die Augen, durch ihre Veränderung, fähig sind, vermittelst der divergirenden Strahlen, von den Parallelen an, deutlich zu sehen. Er hat demnach bey ganz gesunden, und weitsichtigen Augen nur eine Gränze, nehmlich in dem Abstande der Sache vom Auge, wo sie letztmals in der Annäherung zum Auge deutlich gesehen wird.

Ein Kurzsichtiger hingegen hat zwo Gränzen seines Horopters, nehmlich da, wo sein deutliches Sehen in die Nähe und in die Ferne aufhöret.

In jedem besondern Fall stehet der Horopter da, wo jedesmal die Hauptaxen beyder Augen C c und C γ zusammenstosen, wie hier in C.

So lange des einen Augs weitestes deutliches Sehen, und das näheste des andern Augs noch zusammentreffen, so lange siehet man eine Sache mit beyden Augen deutlich: hat dieses keins statt, und

der

der Unterschied dißfalls ist nicht sehr geringe, so ist das Sehen nur mit Einem Auge vorhanden, und das andere wird bald ganz vernachlässiget, nur bleibt noch dieser Vortheil übrig, daß man mit beyden Augen noch abwechseln kann, wenn man die Sache bald in den Horopter des einen Augs, bald in den Horopter des andern Augs setzet. Eben dessentwegen merket man diesen Augenfehler oft lange nicht, wenn man nicht das eine Aug wechselweise zuschließt.

§. 197.

Tab. VI. Fig. 45

Wir beurtheilen den Abstand eines Punkts C vom Auge aus dem Winkel hCk oder mCn, den der Lichtkegel, vermittelst dessen wir den Punkt mit Einem Auge sehen, an dem Punkte C macht. Sehen wir aber diesen Punkt mit beyden Augen an; so erblicken wir ihn noch überdiß unter dem Winkel oCp, den beede Hauptaxen an dem Punkte C machen. Je gröser nun der Abstand des Punkts C vom Auge ist; desto kleiner werden beyderley Winkel, doch bleibt der letztere immer viel gröser, als der erstere.

Hingegen schliessen wir aus dem Winkel ApB oder AoB, den die Sache AB an dem Auge macht, auf ihre Gröse; und da ist zwar an jedem Auge ein gleicher Winkel, doch wird er in jedem Auge, und also gedoppelt bestimmt.

Man nennet dieses Urtheil das Augenmaas, und es ist solches vester und gewieser bey dem Sehen durch zwey Augen als durch eines, und sicherer in die Nähe, als in die Ferne.

§. 198.

Wir können nur das sehen, was sich auf dem Netze unserer Augen abbilden kann: es kann sich aber nur dasjenige daselbst abbilden, was vermittelst solcher Lichtkegel oder Lichtwalzen einfällt, die am Auge

nicht

nicht breiter sind, als die jedesmalige Oeffnung des Auges.

Tab. VI. Fig. 46

Es sey Fig. 46. AC ein halbes erhabenes Glas, CF = CD desselben Brennweite, BD ein halber Gegenstand, DH die Hauptaxe, BM die äusserste Seitenaxe, ab = cd = fg = hi die Oeffnung des Auges; so werden alle aus D und B auf das Glas AC fallende Lichtstrahlen mit ihren Axen DH und BM, nach dem Brechen, parallel werden. §. 77.

Unter allen Lichtkegeln aber, die von D ausgehen, wird nur aDb tüchtig seyn durch den Augstern ab einzufallen, es stehe das Aug gleich in C, G, F oder H.

Eben so kann unter allen Lichtkegeln aus B nur aBb in das Aug kommen, wenn seine Oeffnung ab in C ist; nur nBa, wenn die Oeffnung in cd stehet; nur lBn, wenn fg der Ort der Oeffnung ist; nur ABl, wenn sich die Oeffnung in hi befindet.

Der 1te Fall entstehet, wenn die Axe BC des äussersten Lichtkegels durch C die Mitte des Glases gehet, und also in die äusserste Seitenaxe BM selbst eintrifft; der 2te wenn die Axe Bo des äussersten Kegels gegen die Hauptaxe DH convergirt; der 3te wenn die Axe Bm mit der Hauptaxe parallel einfällt; endlich der 4te wenn die Axe Bk des äussersten Lichtkegels von der Hauptaxe DH divergirt.

Was hier von dem Punkte B, und den aus demselben ausfahrenden Strahlen gesagt worden, das ist von jedem Punkte zu verstehen, den man sich im Gegenstande zwischen B und D vorstellen kann.

§. 199.

Tab. VI. Fig. 46

Wir sehen einen jeden Punkt in der zurückgezogenen geraden Linie, in welcher er in das Aug fällt, §. 181. In dem Fall, wo wir durch ein Glas sehen, ist diese gerade Linie entweder die ungebrochene Haupt-

und Seitenaxe; oder wenn die Axen der Lichtkegel gebrochen werden, nicht die einfallende, sondern die gebrochene Axe derselben. Folglich sehen wir den Punkt D in der geraden Linie HD; den Punkt B aber, je nachdem das Aug in C, G, F oder H stehet, in CB, GI, FK, oder HL.

Das Aug in C siehet also die Sache BD unter dem Winkel BCD; das Aug in G unter dem Winkel IGD; das Aug in F unter dem Winkel KFD; das Aug in H unter dem Winkel LHD. Alle diese Winkel sind zwar einander gleich, weil sie durch Linien bestimmt werden die unter sich parallel sind; das Aug aber ist verschieden vom Gegenstande entfernt: folglich mus dieser desto gröser geschätzt werden unter eben demselben Winkel, je weiter das Auge von ihm abstehet, §. 188. und wenn er dem Auge in C, an dem Ort wo er liegt, in der Gröse BD erscheinet, von demselben in G so groß als ID, von dem Auge in F so groß als KD, und endlich von dem Auge in H so groß als LD geachtet werden.

Tab. VI. Fig. 47

Denn man rücke Fig. 47. die Sache BD, mit ihr selbst parallel, an der Hauptaxe DH hinauf, so, daß sie jedesmal gleichweit vom Auge abstehe, also für das Aug in G, in rS; für das Aug in F, in mc; und für das Aug in H, in qG: so wird sie in den Oertern D, S, C, G, dem Auge in C, G, F, H, ganz richtig gleich groß erscheinen. Wenn aber die Vergleichung nur an dem Orte D auf der Linie DL geschiehet: so fällt in gerader Linie B in B, r in I, m in K, und q in L. Folglich ist die durch das ohne Dicke betrachtete Glas AC deutlich gesehene Gröse der Sache BD aus C = BD, aus G = ID, aus F = KD, aus H = LD.

§. 200.

Diesemnach erscheinet eine durch ein erhabenes Glas

Glas gesehene Sache nur in dem Fall gröser, als mit dem blosen Auge, in welchem sie näher am Auge deutlich gesehen werden kann, als sie dem blosen Auge deutlich erscheinet.

Ein gutes Aug, und auch das fehlerhafte weitsichtige, sehen diejenige Sache durch ein erhabenes Glas allemal deutlich, welche in dem Brennpunkte des Glases liegt; denn beyde sehen vermittelst der parallelen Strahlen deutlich.

Der Kurzsichtige aber siehet nur die Sache deutlich, welche sich zwischen dem Glase und seinem Brennpunkte befindet; denn er siehet nur vermittelst der divergirenden Strahlen deutlich.

Der Ueberweitsichtige hingegen erblickt nur dasjenige deutlich, was über den Brennpunkt des Glases hinaus liegt; denn er siehet nur durch convergirende Strahlen. §. 185.

Allein die Gläser, wordurch wir eine Sache namhaft vergröfert sehen, haben Brennweiten, die zu kurz sind, als daß wir mit blosen Augen einen in ihrem Brennpunkte, oder nahe bey demselben, liegenden Gegenstand deutlich sehen könnten, es möchte auch gleich das Aug am Glase, oder in dessen innerm Brennpunkte, oder noch weiter entfernt stehen: Daher mus man den nächsten Abstand vom Auge, in welchem man eine kleine Sache noch deutlich erblickt, bestimmen, und denselben mit dem Abstande der durch das Glas deutlich gesehenen Sache vom Auge vergleichen.

Ein gutes Aug nun ist insgemein gewohnt, in dem Abstande von 12 bis 15 Zollen kleine Sachen noch deutlich zu sehen; es kann aber solches auch noch 8 oder wenigere Zolle entfernt thun. Ein kurzsichtiges Aug hingegen kann zwar oft in dem Abstande von 4 Zollen kleine Sachen schon deutlich erkennen; es sie-

het sie aber auch noch auf 8 Zolle, und weiter entfernt, deutlich. Daher nimmt man insgemein 8 Zolle vom jedesmaligen Stande des Auges, als den Abstand einer Sache zu dem ersten deutlichen Sehen, für Weit- und Kurzsichtige, als ein ungefähres Mittel an, und vergleicht sie mit dem jedesmaligen würklichen Abstand der Sache vom Glase.

Tab. VI. Fig. 48

§. 201.

Wenn Fig. 48. eine Sache df unter dem Winkel dcf mit blosem Auge aus c gesehen wird: so nennet man ihre Gröse df in d die wahre Gröse, und ihre Entfernung cd vom Auge die wahre Entfernung.

Wenn sie uns aber durch die Refraction ꝛc an einem andern Ort als in d, z. E. in a unter dem Winkel dcg, erscheint: so heißt ab (oder in der Vergleichung mit df, dg) ihre scheinbare Gröse, und ca ihre scheinbare Entfernung.

Da nun die Winkel dcf und dcg sich umgekehrt wie die Entfernungen der Sache, die sie bestimmt, verhalten, §. 29: so verhält sich auch die scheinbare Gröse dg zur wahren Gröse df; wie die wahre Entfernung cd zur scheinbaren Entfernung ca.

Weil also sich verhält ca : cd = df : dg; so wird die scheinbare Gröse gefunden, wenn man das Factum der wahren Gröse und wahren Entfernung durch die scheinbare Entfernung dividirt. Nimmt man die wahre Gröse der Sache in allen Fällen, wie man kann, als Eins an: so ist die scheinbare Gröse, oder Vergröserung, der Quotient, welcher entstehet, wenn man die wahre Entfernung durch die scheinbare Entfernung dividirt.

§. 202.

Ist demnach die scheinbare Entfernung kleiner als die wahre; so ist eine Vergröserung vorhanden. Sind

Sind beyde Entfernungen gleich groß; so wird die Sache durch das Glas unverändert erscheinen. Ist aber die scheinbare Entfernung gröser als die wahre; so erscheint die Sache durch das Glas kleiner, als sie mit blosen Augen gesehen wird. Tab. VI.

Z. E. in Fig. 46 oder 47. ist, wenn das Aug in H stehet, HD die wahre und HG die scheinbare Entfernung. Stehet das Aug in F; so ist FD die wahre, und FC die scheinbare Entfernung. Hält man das Aug in G; so ist GD die wahre, und GS die scheinbare Entfernung. Ist aber endlich das Aug am Glase in C; so ist CD die wahre, und zugleich auch die scheinbare Entfernung. Fig. 46 47.

In dem 1ten, 2ten, und 3ten Fall ist also eine von obenherunter immer abnehmende Vergröserung da, die endlich im 4ten Fall verschwindet. Es wird hier aber erstlich nicht auf die Dicke des Glases gesehen, und vorausgesetzt, daß das blose Aug die Sache in D aus H, F, G, C, deutlich sehen könne. Ist dieses nicht; so wird an statt der wahren Entfernungen HD, FD, GD, CD in allen Fällen eine Entfernung von 8 Zollen durch die scheinbare Entfernungen HG, FC, GS, CD, dividirt; da dann allezeit eine Vergröserung auch im 4ten Fall bey erhabenen Gläsern, die eine kleinere Brennweite haben, als die Entfernung des ersten deutlichen Sehens mit blosen Augen beträgt, entstehet, welche durch die Dicke des Glases noch vermehrt wird. §. 109 ꝛc. ꝛc.

Die wahre Entfernung wird jedesmal gegeben, wie auch die Brennweite des Glases, und die Entfernung der äussersten Seitenstrahlen; und man hat hieraus nur die scheinbare Entfernung zu suchen, wenn man die scheinbare Gröse zu wissen verlangt.

§. 203.

Es bleibe Fig. 49. alles, wie es Fig. 46. 47. angenommen worden §. 198; nur stehe die Sache bd nicht Tab. VI. Fig. 49

nicht in D dem Brennpunkte des Glases, sondern zwischen demselben und dem Glase, wie es ein Kurzsichtiger zum deutlichen Sehen nöthig hat: so werden die aus d in der Hauptaxe, und die aus b dem äussersten Punkte der Sache ausfahrende Lichtkegel nach dem Brechen eben so divergiren, als wenn jene aus D, diese aber aus B kämen. §. 151. Also können hier die Winkel bCd, iGd, kFd, lHd, welche die Seitenaxen mit der Hauptaxe machen, nicht gleich werden; sie werden vielmehr mit der Entfernung des Auges vom Glase immer kleiner. In diesem Fall ist also die scheinbare Gröse

für das Aug in H = Hd : HF
für das Aug in F = Fd : FC
für das Aug in G = Gd : GS
für das Aug in C = Cd : Cd

Man hat also auch hier immer eine Vergröserung, die oben herunter, wie bey parallelen Strahlen, abnimmt, bis sie in C aufhöret. Wenn aber b d aus C mit blosen Augen nicht deutlich gesehen werden kann, und alsdann, nach §. 202. für die wahre Entfernung 8 Zolle angenommen werden; so erlangt man in C nicht nur eine Vergröserung, sondern auch eine noch stärkere, als in dem entfernteren Stande des kurzsichtigen Auges, und als das gute und weitsichtige Aug Fig. 47. unter eben denselben Umständen gewinnen.

§. 204.

Tab. VI. Fig. 47

Der äusserste Strahl, welcher von dem Gegenstande auf ein erhabenes Glas fällt, ist entweder convergirend, wie Bo Fig. 47. wenn nemlich das Glas oC schmäler ist, als der Gegenstand BD; oder er ist divergirend, wie BA, wenn das Glas AC breiter ist als die Sache BD; oder er gehet mit der Hauptaxe parallel, wie Bm, wenn das Glas mC und der Gegenstand Bd gleich breit sind. Der einfallende parallele Strahl ist als ein divergi-

render anzusehen: daher sind nur zween Fälle übrig, in welchen die scheinbare Entfernung zu suchen ist.

§. 205.

In dem Fall, wo der äusserste Strahl convergirend einfällt, wie Bo, verhält sich oC : rS = GC : GS, und da rS = BD, dieses aber immer als Eins angenommen werden kann; so ist oC : 1 = GC : GS, und also die scheinbare Entfernung $GS = \frac{GC}{oC}$. Tab. VI. Fig. 47

Es verhält sich aber ferner
FD : FC = BD : oC, also auch
FC + CD : FC = 1 : oC; folglich ist
$oC = \frac{FC}{FC + CD}$, und wenn man diesen Werth von oC oben in seine Stelle setzt; so ist die scheinbare Entfernung $GS = \frac{GC\,(FC + CD)}{FC}$

Man erlangt also in diesem Fall die scheinbare Entfernung, wenn man die Entfernung des gebrochenen äussersten Strahls mit der Summe der Entfernung des einfallenden Strahls und des Abstandes der Sache vom Glase multiplicirt, und das Product durch die Entfernung des einfallenden Strahls dividirt.

§. 206.

Fällt aber der äusserste Strahl divergirend auf das Glas, wie BA; so verhält sich AC : qG = HC : HG, und da abermal qG = BD = 1 ist: so verhält sich AC : 1 = HC : HG; es ist also $HG = \frac{HC}{AC}$. Tab. VI. Fig. 47

Es ist aber ferner DP : CP = BD : AC, also auch CP — CD : CP = 1 : AC, folglich ist $AC = \frac{CP}{CP - CD}$, und wenn man diesen Werth von AC oben einrückt; so ist die scheinbare Entfernung $HG = \frac{HC\,(CP - CD)}{CP}$

Also findet man in diesem Fall die scheinbare Entfernung, wenn man die Entfernung des gebrochenen äussersten Strahls mit dem Unterschiede der Entfernung des divergirend einfallenden Strahls, und des Abstands der Sache vom Glase multiplicirt, und das Product durch die Entfernung des einfallenden Strahls dividirt.

Wird diese letztere Regel bey dem äussersten Strahl angewandt, der mit der Hauptaxe parallel einfällt; so ist $\frac{CF \times Inf.}{Inf.} = CF$, folglich die scheinbare Entfernung zugleich die Brennweite des Glases.

§. 207.

Aus der Vergleichung der 49ten Figur mit der 47ten erhellet leicht, daß auch in dem Fall, wo die Sache nicht in dem äussern Brennpunkte des Glases stehet, eben diese §. 105 und 106 gegebene Regeln anschlägig seyen, und also in allen möglichen Fällen die scheinbare Entfernung vermittelst derselben zu finden.

§. 208.

Tab. V Fig. 39 Wenn ein erhabenes Glas mit einem Collectivglase versehen ist: so erhellet aus §. 159. Fig. 39. daß man, an statt beyder Gläser, derselben Vergleichungsglas annehmen könne. Folglich darf man die scheinbare Entfernung der Sache nur in dem Vergleichungsglase suchen nach den bisherigen Regeln für einfache Gläser. Doch ist hiebey, in Ansehung der wahren Entfernung, in dem Fall, wo der Gegenstand mit parallelen Strahlen einfällt, und die Oeffnung des Hauptglases so groß bleibt, als sie seyn kann, zu merken, daß u r der Abstand des Gegenstands vom Vergleichungsglase q r, allemal c d dem Abstande der Sache vom Hauptglase a c gleich seye. Denn die äusserste Seitenaxen des Haupt- und Vergleichungsglases g c und t r sind immer parallel, und also

so in dem Parallelogrammo gcrt die Seiten rc und tg einander gleich, folglich auch cd = ur.

§. 209.

Was bisher von der scheinbaren Entfernung in erhabenen Gläsern vorgekommen, das läßt sich auch auf die hohle Gläser anwenden: doch ist nöthig, solches den Anfängern in einer besondern Figur zu zeigen. Tab. VI. Fig. 50

Es sey also Fig. 50. AC ein Hohlglas, CD = CH desselben negative Brrennweite, BD ein Gegenstand, SH die Hauptaxe, BM die Seitenaxe.

Nun falle erstlich Bo ein äusserster Strahl der Sache convergirend auf das Hohlglas; so wird er, wenn CG seine Entfernung ist, in oH gebrochen werden, und der zurücke gezogene Strahl oH wird mr, die Parallele mit der Hauptaxe durch den äussersten Punkt der Sache, in r schneiden; da dann die scheinbare Entfernung, für das Aug in H, HS seyn wird.

Es ist aber $HS = \frac{HC}{oC}$, oC aber $= \frac{GC}{GC+CD}$,

folglich $HS = \frac{HC\ (GC+CD)}{GC}$ eben so, wie §. 205.

Da nun die wahre Entfernung hier HD ist; so wird die scheinbare Gröse $= \frac{HD}{HS}$ seyn, und also eine Verkleinerung entstehen, weil die scheinbare Entfernung gröser ist, als die wahre.

Stehet das Aug in C am Glase; so ist CD die wahre, und zugleich auch die scheinbare Entfernung, und man siehet die Sache BD unverändert, wenn das Glas ohne Dicke betrachtet wird.

Je weiter in diesem Fall das Aug vom Glase abstehet, desto kleiner erscheinet die Sache. Es mus aber überhaupt eine Sache wenigstens so weit vom Auge entfernt seyn, als das blose Aug gewohnt ist

erstmals deutlich zu sehen, wenn sie durch ein Hohlglas deutlich erscheinen soll.

§. 210.

Es gehe ferner ein Strahl SA divergirend aus der Hauptaxe durch B den äussersten Punkt der Sache, und falle auf das Hohlglas AC; so wird er, wenn CS seine Entfernung ist, dergestalten in AK gebrochen, daß AK zurücke gezogen die Hauptaxe in h, und die Parallele mr in q schneidet. 1 ab. VI. Fig. 50

Demnach ist in diesem Fall AhC der Winkel, unter welchem die Sache BD ins Auge fällt, und hg ist die scheinbare Entfernung, CD hingegen die wahre, weil das Aug ganz nahe am Glase stehen mus, einen solchen äussersten divergirenden Strahl zu fassen.

In diesem Fall ist $hg = \frac{hC}{AC}$, AC aber, $= \frac{CS}{CS - CD}$;

folglich $hg = \frac{hC\,(CS - CD)}{CS}$ und also wie §. 206.

Diesemnach ist hier die scheinbare Gröse $= \frac{CD}{HG}$, und, da HG kleiner als CD, eine Vergröserung vorhanden, die aber durch ein einzeles Glas nicht zu nutzen ist.

Fällt endlich der äusserste Strahl Bm mit der Hauptaxe parallel ein; so wird er in mf gebrochen, und dieses mf zurücke gezogen schneidet die Hauptaxe in dem negativen Brennpunkte D. Die Sache fällt also hier unter dem Winkel mDC in das Aug, welcher dem Winkel BCD gleich ist, unter dem das bloße Aug in C die Sache BD erblickt. CD ist also hier die scheinbare und wahre Entfernung zugleich, und man siehet die Sache eben so, wie durch das bloße Aug.

§. 211.

Die scheinbare Entfernung wird also in den Hohlgläsern gänzlich wie in den erhabenen §. 205. 206.

206. gesucht, je nachdem der äusserste Strahl convergirend oder divergirend auf das Hohlglas einfällt.

Wenn das Hohlglas ein Collectivglas eines erhabenen ist, wie Fig. 40; so sucht man nach §. 161. das Vergleichungsglas für beyde gegebene Gläser, und in diesem die scheinbare Entfernung.

§. 212.

Die 55. Aufgabe.

Aus dem gegebenen Abstande der Sache von einem jeden sphärischen Glase, der Brennweite des Glases, und der Entfernung des durch den äussersten Punkt der Sache einfallenden Strahls, die scheinbare Entfernung dieser Sache zu finden. Tab. VI. Fig. 47 49. 50.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Suchet aus der gegebenen Entfernung des einfallenden äussersten Strahls die Entfernung des gebrochenen, vermittelst der ebenfalls gegebenen Brennweite, in erhabenen Gläsern nach §. 64. 65; in hohlen aber nach §. 70. 71. durch Zeichnung.
2. Ziehet durch den äussersten Punkt der Sache eine unbestimmte Parallele mit der Hauptaxe, und den gebrochenen Strahl Nro. 1. zurücke, bis er diese Parallele schneidet.
3. Aus diesem Durchschnitte fället eine Linie senkrecht auf die Hauptaxe; so ist der Abstand dieses letztern Durchschnitts von dem Ort, wo der gebrochene Strahl die Hauptaxe schneidet, und das Aug stehet, die verlangte scheinbare Entfernung, die man mit eben demselben Maasstab, womit das übrige aufgetragen worden, messen kann.

2) durch Rechnung.

1. Suchet aus der gegebenen Entfernung des einfallenden äussersten Strahls, und der Brennweite des Glases, die Entfernung des gebrochenen, in erha-

erhabenen Gläsern nach §. 64. 65, in hohlen aber nach §. 70. 71. durch Rechnung.

2. Multipliciret die Nro. 1. gefundene Entfernung, wenn der äusserste Strahl convergirend einfällt, mit der Summe; Wenn er aber divergirend ist, mit dem Unterschiede des einfallenden Strahls und des Abstands der Sache vom Glase.

3. Das Nro. 2. erlangte Product dividiret durch die Entfernung des einfallenden Strahls.

Z. E. Es stehe eine Sache in dem Brennpuncte eines Glases, dessen Brennweite = 1. die Entfernung des einfallenden äussersten convergirenden Strahls sey = 1, des divergirenden aber = 3; so ist die Entfernung jenes gebrochenen = $\frac{1}{2}$, dieses gebrochenen aber = $1\frac{1}{2}$, und also die scheinbare Entfernung in jenem Fall = $\frac{1 \times 2}{2 \times 1} = \frac{2}{2} = 1$; in diesem Fall aber = $\frac{3 \times 2}{2 \times 3} = \frac{6}{6} = 1$. Gehet der einfallende Strahl mit der Hauptaxe parallel; so ist die Brennweite zugleich die scheinbare Entfernung = 1.

Es ist demnach die scheinbare Entfernung in dem Fall, wo die Sache im Brennpunkte des Glases stehet, durchgängig der Brennweite des Glases gleich.

§. 213.

Die 56. Aufgabe.

Die scheinbare Gröse einer durch ein sphärisches Glas gesehenen Sache zu finden, aus der gegebenen Brennweite des Glases, der Entfernung des durch den äussersten Punkt der Sache einfallenden Strahls, und dem Abstand der Sache vom Glase.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Suchet nach §. 212. die scheinbare Entfernung der Sache durch Zeichnung.

2. Set

2. Sehet, vermittelst eines Maasstabs, wie oft die Nro. 1. gefundene scheinbare Entfernung in der wahren Entfernung der Sache vom Auge enthalten sey; so zeigt die gefundene Zahl die Vergröserung an.
3. Wenn die Sache weniger als acht Zolle vom Stande des Auges entfernt ist; so suchet, wie oft die scheinbare Entfernung in 8 Zollen enthalten sey, die Vergröserung zu erlangen.
4. Ist die scheinbare Entfernung gröser als die wahre; so sehet, wie oft diese in jener stecke? alsdann aber zeigt die gefundene Zahl die Verkleinerung an.

2) Durch Rechnung.

1. Suchet nach §. 212. die scheinbare Entfernung der Sache durch Rechnung.
2. Dividiret die wahre Entfernung der Sache vom Auge durch die Nro. 1. gefundene scheinbare Entfernung; so zeigt der Quotient die verlangte scheinbare Gröse an.
3. Wenn die Sache weniger als 8 Zolle vom Auge abstehet; so nehmet 8 Zolle für die wahre Entfernung an, und dividiret sie durch die scheinbare.
4. Wird der Quotient gröser als Eins; so hat man eine Vergröserung: ist er aber ein Bruch und kleiner als Eins; so ist eine Verkleinerung vorhanden.

Z. E. Es sey die scheinbare Entfernung = 3, und die wahre = 30; so ist $\frac{30}{3} = 10 =$ der scheinbaren Gröse.

Es sey ferner die scheinbare Entfernung = 1 Zoll, die wahre = 4 Zolle; so ist $\frac{8}{1} = 8 =$ der scheinbaren Gröse.

Endlich sey die scheinbare Entfernung = 20, die wahre = 10; so ist $\frac{10}{20} = \frac{1}{2} =$ der scheinbaren Gröse.

Man erlangt also in dem 1ten Fall eine 10malige, in dem 2ten eine 8malige Vergröserung; in dem 3ten aber eine 2malige Verkleinerung.

§. 214.

Da die scheinbare Entfernung, wenn parallele Strahlen in das Aug fallen, der Brennweite des Glases allemal gleich ist, das Aug mag hingesetzt werden wo man will; und die wahre Entfernung, für kleinere erhabene Gläser unter 8 Zoll Brennweite, 8 Zolle groß angenommen wird: so setzt man insgemein den Ort des Augs zunächst an das Glas, und berechnet die Vergröserung, indem man 8 Zolle durch die, auch in Zollen angenommene, Brennweite des Glases dividirt.

Wenn 2 erhabene Gläser unmittelbar aufeinander gelegt werden, und man hat berechnet, wie viel ein jedes derselben einzel vergrösere; so hat man nur nöthig die Vergröserung dieser beyden Gläser zu addiren, ihre gemeinschaftliche Vergröserung zu erlangen. Z. E. das eine Glas vergrösere 4mal, das andere 8mal; so wird das aus ihnen zusammengesetzte Glas 12mal vergrösern.

Es ist hier die Dicke der Gläser nicht mit eingerechnet: Will man aber genauer verfahren; so mus man sie, sonderlich bey der Kugel, und andern sehr dicken Gläsern, nothwendig mit in Betrachtung ziehen nach der Anleitung §. 102. 2c. 2c. und die daselbst gefundene Brennweiten gebrauchen. Z. E. Es sey der Diameter einer gläsernen Kugel = 4 Linien; so wird ihre Brennweite von dem Mittelpunkte an seyn = 3 Linien, und ihre Vergröserung $\frac{8 \times 12}{3} = 32$malig. Ueberdis vergrösert auch selbst ein auf beyden Seiten ebenes Glas kraft seiner Dicke: daher immer noch auch ein erhabenes und ein hohles Glas etwas ver-

vergröfert oder verkleinert, wenn schon die Rechnung ohne Betrachtung der Dicke keines von beyden anzeigt. Denn man siehet Tab. I. Fig. 3. eine Sache die in h liegt, in f, unter einem grösern Winkel q f c, folglich näher und gröser als unter dem Winkel q h c, unter welchem sie aus h gesehen wird ohne Refraction.

§. 215.

Nach der scheinbaren Gröse einer Sache durch einfache Gläser hat man noch zu untersuchen, wie viel man von einer gegebenen Gröse der Sache in einem gegebenen Stande des Auges auf einmal übersehe? Tab. VI.

Es sey Fig. 47. B D die Gröse einer Sache, G der Ort des Auges, und o c die geöffnete Breite eines erhabenen Glases: so ist auch den Anfängern leicht begreiflich, daß man durch die Oeffnung o C ohne Glas den ganzen Gegenstand B D übersehen würde, wenn das Aug in F stünde; weil es daselbst aus allen Punkten in B D Strahlen in gerader Linie erhalten würde. Fig. 47

Es ist aber eine solche gerade Linie aus dem Gegenstande, durch einen äussersten Punkt o, in dem geöffneten Glase, der äusserste einfallende Strahl, dessen gebrochener o G durch den gegebenen Stand des Augs in G bestimmt wird; und man sieht in G eben den Punkt B als den äussersten der Sache, den man als solchen in F ohne Glas sahe. Aus der Entfernung des gebrochenen Strahls kann man vermittelst der Brennweite die Entfernung des einfallenden finden §. 68. 69. 74. 75. Wenn man also, neben G C der Entfernung des gebrochenen Strahls, die Brennweite und die geöffnete Breite des Glases, auch den Abstand der Sache vom Glase giebt: so läßt sich daraus B D finden.

Denn es verhält sich
$FC : Co = FD : DB$, also auch
$FC : Co = FC + CD : DB$, folglich ist
$DB = \frac{Co\,(FC + CD)}{FC}$ in dem Fall, wo der einfallende Strahl ein convergirender ist.

Wird aber für AC, eine grösere geöffnete Breite des Glases, als die Sache BD beträgt, ein gebrochener äusserster Strahl AH gegeben: so kann abermal kein anderer äusserster Punkt der Sache in das Aug in H kommen, als B, den der divergirend einfallende Strahl PA abschneidet. In diesem Fall ist
$CP : DP = AC : BD$, also auch
$CP : CP - DC = AC : BD$, folglich ist
$BD = \frac{AC\,(CP - CD)}{CP}$
Stehet das Aug in F dem Brennpunkte des Glases; so ist $BD = \frac{mC\,(Inf - DC)}{Inf.} = mC$ der gegebenen geöffneten Breite des Glases.

Je kleiner also die Entfernung des gebrochenen Strahls, oder des Auges ist, bey eben derselben geöffneten Breite des Glases; oder je grösser die Oeffnung des Glases ist bey einerley Entfernung des gebrochenen Strahls, oder Auges: desto mehr übersiehet man vom Gegenstande auf einmal.

Es ist aus Fig. 50. leicht zu sehen, daß eben dieses auch bey den hohlen Gläsern statt habe, sonderlich, wenn der äusserste Strahl convergirend einfällt. Wenn aber hier parallele und divergirende Strahlen einfallen, mus das Aug ohnehin zu nächst am Glase stehen, sie zu fassen.

§. 216.

Die 57. Aufgabe.

Aus der gegebenen Brennweite und Oeffnung eines Glases, nebst dem Abstande sowol des Augs, als

als auch der Sache vom Glase, zu finden, wieviel man unter diesen Umständen auf einmal von dieser Sache übersehe?

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Suchet aus der, durch den Abstand des Augs, gegebenen Entfernung des gebrochenen äussersten Strahls, die Entfernung des einfallenden, durch Zeichnung, nach §. 68. 69. 74. 75.
2. Durch den gegebenen Abstand der Sache vom Glase ziehet eine unbestimmte Parallele mit dem Glase.
3. Aus der Nro. 1. gefundenen Entfernung des einfallenden Strahls lasset eine gerade Linie durch oder in den äussersten Punkt der Oeffnung des Glases in oder durch den Ort der Sache fortgehen: so bestimmt der Durchschnitt in der Linie Nro. 2 den äussersten sichtbaren Punkt der Sache; und man kann die übersehene Gröse mit eben dem Maasstab messen, womit das übrige aufgetragen worden.

2) durch Rechnung.

1. Suchet aus der gegebenen Entfernung des äussersten gebrochenen Strahls die Entfernung des einfallenden durch Rechnung, §. 68. 69. 74. 75.
2. Multipliciret die geöffnete Breite des Glases, wenn der einfallende Strahl ein convergirender ist, durch die Summe; ist er aber ein divergirender, durch den Unterschied der Entfernung des einfallenden Strahls, und des Abstands der Sache vom Glase.

Z. E. Es sey die Breite des Glases = 2, die Entfernung des gebrochenen Strahls = 3, die Brennweite, und auch der Abstand der Sache vom Glase = 4; so ist die Entfernung des einfallenden Strahls = 12, und also im Fall eines convergirenden Strahls

die zu übersehende Gröse der Sache $= \frac{2(12+4)}{12}$ $= \frac{32}{12} = 2\frac{2}{3}$; im Fall des divergirenden Strahls aber, unter gleichen Bedingungen, $= \frac{2(12-4)}{12}$ $\frac{16}{12} = 1\frac{1}{3}$.

Eben diese übersehene Gröse ist, wenn der einfallende Strahl mit der Hauptaxe parallel gehet, der geöffneten Breite des Glases gleich, folglich hier = 2.

Unter einerley Bedingungen übersiehet man also mehr, wenn der äusserste einfallende Strahl ein convergirender ist, als wenn er mit der Hauptaxe parallel gehet, und durch diesen mehr, als durch einen divergirenden.

Will man ferner den Winkel oFC wissen; so läßt er sich aus den nun bekannten Linien FC und oC, nebst dem rechten Winkel oCF finden.

Der zehende Abschnitt.

Von den Bildern, welche in unsern Augen vermittelst einer Verbindung mehrerer Gläser entstehen.

§. 217.

Weil die Verbindung mehrerer Gläser, innerhalb ihrer Brennweite, auf die Erscheinung durch ein einzeles Glas gebracht werden kann, §. 208: so ist hier eigentlich die Rede von der Verbindung solcher Gläser, deren eines immer ausser der Brennweite des andern stehet.

§. 218.

T.VII Fig.51 Es sey nun Fig. 51. AB ein erhabenes Glas CF = Cf desselben Brennweite, DE eine Sache

in

in der grösesten Entfernung, so daß die von jedem Punkte derselben auf AB einfallende Strahlen für Parallele mit ihren Axen gehalten werden können: so wird der unendlich entfernte Punkt F vermittelst der parallelen Strahlen FC, DA, EB; der unendlich entfernte Punkt D vermittelst DC, mA, FB; der unendlich entfernte Punkt E aber vermittelst EC, FA, nB, auf das Glas AB fallen, und die Sache DE sich, nach dem Brechen in AB durch die Lichtkegel ABf, ABd, ABe, in verkehrter Lage, und in der Entfernung Cf vom Glase AB, oder in dem Brennpunkte dieses Glases, abbilden §. 125.

Man setze ein zweytes erhabenes Glas ab, dessen Brennweite cf = ct, dergestalten hinzu, daß AB und ab an eben derselben Hauptaxe Fi stehen, und ihre beyde Brennpunkten zwischen ihnen in f zusammenstosen: so fällt de, das erste Bild der Sache, auf das zweyte Glas ab vermittelst der Lichtkegel frs, ebq, dap; und da diese aus dem Brennpunkte des Glases ab ausgehen, so kommen sie, nach dem Brechen, vermittelst der Cylinder, rsoo, qboo, apoo, folglich parallel in das Aug, dessen Oeffnung in oo oder i stehet, aber verkehrt in Ansehung des Bildes de, hingegen in gleicher Lage mit der Sache DE.

Es ist also das Bild de, welches das erste Glas von der Sache DE entwirft, als ein Gegenstand des zweyten Glases anzusehen, der in der Richtung der Axen des ersten Glases FC, Dk, El, auf dasselbe einfällt.

Man nennet das erstere Glas AB das Objectivglas oder Vorderglas; das zweyte ab aber das Augenglas.

§. 219.

Diese Verbindung der erhabenen Gläser stellt eine sehr entfernte Sache den ganz gesunden, und auch den weitsichtigen Augen T. VII Fig. 51

1) deutlich vor: denn die Sache fällt, so lange die Brennpunkte beyder Gläser zusammenstosen, vermittelst paralleler Strahlen sowol auf das Vorderglas als auch in das Aug. Sie hat daher den Namen eines Fernrohrs erhalten.

2) verkehrt; weil das Bild im Auge gleiche Lage mit der gesehenen Sache erhält. Daher heißt sie besonders das Sternrohr; weil man die runde Himmelskörper in der verkehrten Lage nicht so sehr mißkennet, wie die Gegenstände auf der Erde, und doch hier nur zwey Gläser nöthig sind, die weniger Licht zurücke halten, als mehrere.

3) vergrösert in der Verhältnis der Brennweite des Augenglases zu der Brennweite des Objectivglases.

Denn alle Strahlen die aus einem Punkte des Bildes de auf das Augenglas ab fallen, werden mit ihrer Axe parallel gebrochen, weil sie aus dem Brennpunkte ausgehen §. 77. Nun ist aber ec die Seitenaxe der Strahlen, die aus e, dem äussersten Punkte des Bildes, auf ab fallen: folglich ist der Winkel cik, unter welchem das halbe Bild fe in das Aug fällt, dem Winkel fce gleich, und dieser zeigt also die scheinbare Entfernung ebenfalls an; hingegen druckt der Winkel DCF = fCe die wahre Entfernung der gesehenen Sache aus, weil der geringe Abstand Ci oder Cc gegen die unendliche Entfernung der Sache für nichts zu achten, und also ein Ding ist, ob man diese in i, oder in c, oder in C ansiehet.

Nun verhält sich der Winkel fce zu dem Winkel fCe, wie fC zu fc. §. 29; und also die wahre Gröse zur scheinbaren, wie fc : fC §. 201. oder wie die Brennweite des Augenglases zu der Brennweite des Objectivglases.

§. 220.

Wenn man demnach die Brennweite des Objectivglases durch die Brennweite des Augenglases in einerley Maas dividirt; so giebt der Quotient die Vergröserung des Sternrohrs, weil man die wahre Grösse der Sache immer als Eins annehmen kann.

Man nenne die Brennweite des Objectivglases a, und die Brennweite des Augenglases b; so ist b zu a wie 1 zur scheinbaren Gröse, oder der Vergröserung, und diese also $= \frac{a}{b}$.

Z. E. a = 10 Schuhe, b = 3 Zolle, geben eine Vergröserung $= \frac{10 \times 12}{3} = 40$malig.

§. 221.

Vielleicht ist diese Vergröserung manchen Anfängern auf folgende Art faßlicher? Tab. VII. Fig. 51

Es ist oben §. 147. gezeigt worden, daß man in dem Fall, wo die Sache vermittelst paralleler Strahlen auf ein erhabenes Glas fällt, sich vorstellen könne, diese Sache stehe zwischen den äussersten Seitenaxen in dem äussern Brennpunkte des Glases.

Wenn man nun dieses sowol auf das Objectivglas, als auch das Augenglas anwendet, und in F die unendlich entfernte Sache, in t aber das unendlich entfernte Bild, welches das Augenglas von dem ersten Bilde des Gegenstands hinter sich entwirft, setzet: so verhält sich

DE : de = Cf : Cf, und
tt : de = cf : cf; also auch

DE : tt = cf : Cf.

das ist: die Sache verhält sich zu ihrem zweyten Bilde hinter beyden Gläsern, welches in das Aug kommt, wie die Brennweite des Augenglases zu der Brennweite des Objectivglases.

§. 222.

Tab. VII. Fig.52

In dem Fall Fig. 51. sind DE, AB und de, d. i. die Breiten der Sache, des Vorderglases, und des ersten Bildes von gleicher Grösse.

Wenn aber die geöffnete Breite des Objectivglases kleiner wird, als die Breite des Bildes; so bleibt dennoch alles richtig, was von dieser Verbindung §. 218. bis 221. gesagt worden. Nur mus hier das Augenglas breiter werden, als dort nöthig war; und wenn diese Breite gröser ist, als eine Fig. 51. angenommene Brennweite des Augenglases verträgt; so mus Fig. 52. eine grösere Brennweite angenommen werden; welche, wenn das vorige Objectivglas bleibt, die Vergröserung geringer macht, hingegen das Sehefeld vergrösert.

§. 223.

Tab. VII. Fig. 51.52

Wenn das Aug kurzsichtig ist, wird der Abstand des Augenglases vom ersten Bilde de um so viel kleiner, als der Kurzsichtige einen Gegenstand über den Brennpunkt des Augenglases hineinrücken mus, um ihn durch dieses Glas deutlich zu sehen.

Ein Ueberweitsichtiger hingegen mus das Augenglas über seine Brennweite von dem ersten Bilde de entfernen, nach dem Grade seiner Ueberweitsichtigkeit.

Wenn also der Kurzsichtige, Weitsichtige, und Ueberweitsichtige eine sehr entfernte Sache durch ein Sternrohr ansehen; so hat der erstere den kleinsten, der letztere den gröseten, und der zweyte einen mittleren Abstand des Augenglases vom Objectivglase zum deutlichen Sehen nöthig.

§. 224.

Tab. VII. Fig. 51.52.

Bisher ist angenommen worden, die gesehene Sache stehe unendlich weit vom Auge entfernt. Ist dieses nicht, sondern der Gegenstand stehet dem Auge näher

näher, und fällt also merklich mit divergirenden Strahlen ein; so wird der Abstand des ersten Bildes gröser, als die Brennweite des Objectivglases Cf, und desto gröser, je näher die Sache gegen F, den äussern Brennpunkt des Objectivglases, rücket. §. 131.

Hingegen bleibt cf, die Entfernung des Augenglases vom Bilde de unverändert, nehmlich für gute und weitsichtige Augen ist sie die Brennweite des Augenglases, für die andern etwas kleiner oder gröser.

§. 225.

In einem jeden besondern Fall läßt sich der Abstand des ersten Bilds de vom Objectivglase, aus der Brennweite dieses Glases und dem Abstande der gesehenen Sache von demselben bestimmen. §. 131. und also Cf finden. Tab. VII. Fig. 51. 52

Man kann diese gefundene Entfernung des ersten Bildes vom Objectivglase als die Brennweite eines andern Objectivglases ansehen, das von dem unendlich entfernten Gegenstande eben das Bild machen würde, welches das würkliche Objectivglas von demselben in der gegebenen näheren Entfernung entwirft. §. 146.

Will man also die Vergröserung für jeden gegebenen Abstand der Sache berechnen; so hat man nur nöthig das nach dem gegebenen Fall gröser gewordene Cf durch cf die unveränderte Brennweite des Augenglases, zu dividiren, da dann der Quotient die verlangte Vergröserung des Sternrohrs in dem besondern Fall anzeiget. Denn das veränderte Cf stellt hier immer die wahre, und das unveränderte cf die scheinbare Entfernung des Gegenstands vor.

Doch dieser Unterschied ist nur merklich und nutzlich, wo die Sache höchstens 1000 Schritte weit vom Objectivglase abstehet. §. 145. und also da, wo

man das Sternrohr mehr als ein Vergröserungsglas, denn als ein Fernrohr gebrauchen will, bey nahen Sachen.

Der Kurzsichtige siehet, unter gleichen Umständen hier, und überhaupt durch das Sternrohr, die Sache etwas gröser als der Weitsichtige, und als ganz gesunde Augen §. 203.

§. 226.

Diese Art zwey erhabene Gläser zu verbinden, oder das Sternrohr, ist der Grund zu den meisten dioptrischen Werkzeugen: daher ist nöthig, sie noch genauer zu betrachten.

Zu einem guten Sternrohr ist nicht genug, daß es hinlänglich vergröfere; es mus darneben auch helle und deutlich vorstellen.

Die Helligkeit ist eine Verhältnis der Menge der Lichtstrahlen zu der Gröse des Bilds. Im Sternrohr also ist sie eine Verhältnis des Quadrats der geöffneten Breite des Objectivglases zu der Fläche des zweyten Bildes, welches unmittelbar in das Aug fällt, oder zu dem Quadrate der Vergröserung, weil die Vergröserung, oder scheinbare Gröse dem Diameter dieses Bildes gleich ist.

Man erlangt demnach die Helligkeit eines Sternrohrs, wenn man das Quadrat der Breite des Objectivglases mit dem Quadrate der Brennweite des Augenglases multiplicirt, und das Product durch das Quadrat der Brennweite des Objectivglases dividirt.

Die Undeutlichkeit im Sternrohr aber ist eine Verhältnis des Quadrats der geöffneten Breite des Objectivglases zu dem Quadrate der Brennweite des Augenglases; und man erlangt sie, wenn man das Quadrat der geöffneten Breite des Objectivglases durch das Quadrat der Brennweite des Augenglases dividirt.

Man hat auf eine Art, die den Anfängern nicht wohl völlig zu erklären ist, bestimmt, daß in zweyen Sternröhren, die gleiche Deutlichkeit und Helligkeit haben, und nur nach ihrer Vergröserung unterschieden seyn sollen, sich gegeneinander verhalten müssen

1) die Brennweiten der Augengläser, wie die Vergröserungen.
2) die Diameter der Oeffnungen der Objectivgläser, ebenfalls wie die Vergröserungen.
3) die Brennweiten der Objectivgläser, wie die Quadrate der Vergröserungen.
4) die Vergröserungen aber selbst, wie die Quadratwurzeln der Brennweiten der Objectivgläser.

§. 227.

Nun hat Hugen beobachtet, daß ein Sternrohr hell und deutlich zeigte, wenn die Brennweite des Objectivglases 30 Rheinländische Schuhe, die Brennweite des Augenglases $3\frac{3}{10}$ solcher Zolle, und der Diameter der Oeffnung des Objectivglases 3 Zolle, folglich die Vergröserung 109malig war.

Hierauf gründete er seine bekannte Tafel, welche ich, wegen ihrer grosen Bequemlichkeit in der würklichen Anwendung, hier einrücke.

Die Regel, nach welcher Hugen sie verfertigt, und wornach auch die darinnen nicht enthaltene Fälle berechnet werden können, beruhet auf den §. 226. angezeigten Sätzen, und ist folgende.

1. Multipliciret die in Schuhen gegebene Brennweite des Objectivglases in allen Fällen mit 3000, und ziehet aus dem Producte die Quadratwurzel; so habt ihr den Diameter der Oeffnung des Objectivglases in 100 Theilen des Zolls.
2 Suchet ferner den zehenden Theil der Nro. 1. gefundenen Quadratwurzel, und addiret ihn zu ihr

selbst; so erlanget ihr die Brennweite des Augenglases auch in 100 Theilen des Zolls.

3. Verwandelt die Schuhe des Objectivglases in 100 Theile des Zolls durch Multiplication mit 1200, das erlangte Product dividiret durch die Nro. 2 gefundene 100 Theile der Brennweite des Augenglases; so giebt der Quotient die Vergröserung.

Z. E. Man will ein Sternrohr machen, dessen Objectivglas 10 Rheinländische Schuhe in seiner Brennweite enthält; so ist

1.) Die Quadratwurzel aus 30000 = $\frac{173}{100}$ des Zolls = der Breite des Objectivglases.

2.) $\frac{1}{10}$ von $\frac{173}{100}$ ist = $\frac{173}{1000}$, und $\frac{173}{100}$ auf 1000 Theile gebracht, ist = $\frac{1730}{1000}$; folglich $\frac{1730 + 173}{1000}$ = $\frac{1903}{1000}$ = $\frac{190}{100}$ des Zolls = der Brennweite des Augenglases.

3.) Ist $\frac{10 \text{ in } 1200}{190} = 63$ = der Vergröserung.

§. 228.

Weil die Ausziehung der Quadratwurzeln manchen Anfängern nicht hinlänglich bekannt ist; so will ich noch eine Regel für diese beysetzen, die nur eine leichte Proportionsregel erfordert, und zwar nicht ganz mit Hugens Tafel übereinstimmt, doch von der 20maligen bis 110maligen Vergröserung, also in den meisten vorkommenden Fällen, theils gar nicht, theils gar wenig, nehmlich nur $\frac{1}{100}$ Zoll von ihr abgehet.

Da in Hugens Grundexempel die 109malige Vergröserung ohnehin noch etwas zu klein ist: so nehme ich

Länge des Fernrohrs. Fuß.	Oeffnung des Vorderglases. Zoll u. 1ootheile	Brennweite des Augenglases. Zoll u. 1ootheile	Vergrösernng.
1	0,55	0,61	20
2	0,77	0,85	28
3	0,95	1,05	34
4	1,09	1,20	40
5	1,23	1,35	44
6	1,34	1,47	49
7	1,45	1,60	53
8	1,55	1,71	56
9	1,64	1,80	60
10	1,73	1,90	63
13	1,97	2,17	72
15	2,12	2,32	77
20	2,45	2,70	89
25	2,74	3,01	100
30	3,00	3,30	109
35	3,24	3,56	118
40	3,46	3,81	126
45	3,67	4,04	133
50	3,87	4,26	141
55	4,06	4,47	148
60	4,24	4,66	154
70	4,58	5,04	166
80	4,90	5,39	178
90	5,20	5,72	189
100	5,48	6,03	199
120	6,00	6,60	218
140	6,48	7,13	235
160	6,93	7,62	252
180	7,35	8,09	267
200	7,75	8,53	281
220	8,12	8,93	295
240	8,48	8,83	308
260	8,83	9,71	321
280	9,16	10,08	333
300	9,49	10,44	345
400	10,95	12,05	398
500	12,25	13,47	445
600	13,42	14,76	488

ich sie 110malig an, und behalte dennoch die Brennweite des Augenglases = $3\frac{3}{10}$ Zoll, auch die Oeffnung des Objectivglases = 3 Zoll.

Man nenne, in dem zum Grunde gelegten Sternrohr, die Brennweite des Objectivglases A, des Augenglases B, den Diameter der Oeffnung des Objektivglases P, und die Vergröserung Q. In dem gesuchten Sternrohr aber bezeichne man diese vier Sachen mit eben solchen, aber kleinen lateinischen Buchstaben: so mus seyn nach §. 226. und zwar

nach dem 1.) Satz

$$Q : B = q : b, \text{ also } b = \frac{B\,q}{Q}$$

nach dem 2.) Satz

$$Q : P = q : p, \text{ also } p = \frac{P\,q}{Q}$$

$$\text{da } q = \frac{a}{b}, \text{ so ist}$$

$$bq = a, \quad \text{also } a = \frac{B\,q\,q}{Q}$$

Nun setze man, an statt der grosen Buchstaben, die in dem zum Grunde gelegten Exempel angenommene, und ihnen zukommende Zahlen; so ist nun

in Zollen, in Zoll und 100 theilen.

$$110 : 3\tfrac{3}{10} = q : b, \text{ also } b = \frac{3\,q}{100} = 3\,q$$

$$110 : 3 = q : p, \text{ also } p = \frac{3\,q}{110} = \frac{30\,q}{11}$$

$$\text{und folglich } a = \frac{3qq}{100} = 3qq$$

Verlangt man demnach das gesuchte Sternrohr in Zollen zu bestimmen; so dient hierzu folgende Regel.

1. Multipliciret die gegebene Vergröserung mit 3, und dividiret das Product durch 100; so habt ihr die Brennweite des Augenglases in Zollen.

2. Mul-

2. Multipliciret die gegebene Vergröserung mit 3, und dividiret das Product durch 110; so giebt der Quotient den Diameter der Oeffnung des Objectivglases in Zollen.

3. Multipliciret das Quadrat der gegebenen Vergröserung mit 3, und dividiret das Product durch 100; so erlanget ihr die Brennweite des Objectivglases in Zollen.

4. Oder dividiret das Quadrat der Vergröserung durch 400; so kommt sogleich die Brennweite des Objectivglases in Schuhen heraus.

Z. E. die gegebene Vergröserung sey 40; so ist

1.) $\frac{3 \times 40}{100} = 1\frac{1}{5}$ Zoll = der Brennweite des Augenglases.

2.) $\frac{3 \times 40}{110} = 1\frac{1}{11}$ Zoll = der Breite des Objectivglases.

3.) $\frac{3 \times 40 \times 40}{100} = 48$ Zoll = der Brennweite des Objectivglases.

4.) $\frac{40 \times 40}{400} = 4$ Schuhe = der Brennweite des Objectivglases.

Will man aber das gesuchte Sternrohr sogleich in Zollen und 100 Theilen derselben finden; so erlangt man diesen Zweck durch nachstehende Regel.

1. Multipliciret die gegebene Vergröserung mit 3, so habt ihr die Brennweite des Augenglases in 100 Theilen des Zolls.

2. Multipliciret die gegebene Vergröserung mit 30, und dividiret das Product durch 11; so giebt der Quotient die Breite des Objectivglases, in eben solchen Theilen.

3. Multipliciret das Quadrat der gegebenen Vergröserung mit 3; so erlanget ihr die Brennweite des Objectivglases in Zollen und 100 Theilen.

4. Dividiret die Nro. 3. erlangte 100 Theile des

Zol-

Zolles durch 1200; so kommt die Brennweite des Objectivglases in Schuhen heraus.

Z. E. die Vergröserung sey abermal 40; so ist

1.) $3 \times 40 = \frac{120}{100}$ des Zolls = der Brennweite des Augenglases.

2.) $\frac{30 \times 40}{11} = \frac{109}{100}$ des Zolls = der Breite des Objectivglases.

3.) $3 \times 40 \times 40 = \frac{4800}{100}$ des Zolls = der Brennweite des Objectivglases.

4.) $\frac{3 \times 40 \times 40}{1200} = 4$ Schuhe = der Brennweite des Objectivglases.

Not. Wenn bey den Divisionen mehr als $\frac{1}{2}$ übrig bleibt, so vermehrt man den Quotienten mit 1.

§. 229.

Nun fehlt noch die Breite des Augenglases zur Ergänzung des Begriffs von einem Sternrohr. Sie ist genau verbunden einestheils mit dem Sehefeld, anderntheils mit dem vortheilhaftigsten Orte des Auges.

Der Ort des Auges, wo es auf einen Blick so viel übersiehet, als die Gläser gestatten, kann auf eine gedoppelte Art bestimmt werden.

Tab. VII. Fig. 51

Man kann sich mit gutem Grunde vorstellen, es gehe von den unzählichen Strahlen, die aus einem Punkte des Gegenstands ausfahren, einer durch den äussern Brennpunkt des Objectivglases, folglich Fig. 51. durch F. Ein solcher Strahl, z. E. gF wird in B mit der Hauptaxe Fi parallel gebrochen §. 77. und gehet so fort bis zum Augenglase in q; daselbst wird er abermal nach t, dem äussern Brennpunkte des Augenglases, gebrochen.

Dieses widerfährt allen Strahlen, die von jedem Punkte des Gegenstands durch F einfallen; sie kommen also alle in einem und eben demselben t hinter dem Augenglase zusammen, und fahren hernach

wieder

wieder auseinander in dem Verticalkegel dessen, in welchem sie in t eingefallen.

In t, dem Brennpunkte des Augenglases, bekommt also das Aug, wenn auch gleich seine Oeffnung nur ein Punkt wäre, einen Strahl von jedem Punkte des Gegenstands, den der Winkel gFh = AFB = DCE = dCe einschließt; und es übersiehet in t die Sache ganz, welche ihm unter dem Winkel ptq unmittelbar einfällt.

Ist die Oeffnung des Auges gröser als ein Punkt; so bekommt es an eben dem Orte t so viele Strahlen aus jedem Punkte des Gegenstands, als seine Oeffnung einlassen kann, und zwar mit ihren Axen parallel.

Der Winkel ptq, der die scheinbare Gröse der Sache vorstellt, verhält sich zu dem Winkel gFh, der hier die wahre Gröse der Sache anzeigt, wie die scheinbare Entfernung zur wahren, und also wie Cf, die Brennweite des Objectivglases, zu cf, der Brennweite des Augenglases.

Da hier die äusserste Seitenaxen gB und hA keinen gröfern Winkel machen können, als AB die geöffnete Breite des Objectivglases zuläßt; und sie überdiß nach ihrem Brechen bis an das Augenglas mit der Hauptaxe parallel lauffen: so kann ein breiteres Augenglas, als die geöffnete Breite des Objectivglases beträgt, hier nichts nutzen, ein schmäleres aber würde nicht alle tüchtige Strahlen auffangen, und daher dem Sehefelde schaden; man giebt also der Oeffnung des Objectiv- und Augenglases, wenn das Aug in dem äussern Brennpunkte des Augenglases stehet, eine gleiche Breite.

§. 230.

Wenn man die Breite des Augenglases gröser annimmt, als die geöffnete Breite des Objectivglases: so kann man die äusserste Seitenaxen Dl und Tab. VII. Fig. 52

Ek Fig. 52. nicht mehr (wenige Fälle ausgenommen) durch F den äussern Brennpunkt des Vorderglases ziehen; weil die meisten gar nicht in das Objectivglas kämen, für die übrigen aber, die noch dahin gelangen könnten, eine mehrere Breite des Augenglases unnütze wäre, als die Breite des Objectivglases beträgt. Man mus also die äusserste Seitenaxen für breite Augengläser durch C die Mitte des Objectivglases gehen lassen, wo nichts hindert jeden äussersten Punkt der Sache und des Augenglases, vermittelst einer geraden Linie, zu verbinden.

Die Entfernung dieser durch C auf das Augenglas fallender Seitenaxen ist Cc, die Summe der Brennweiten beyder Gläser: also ist ci, die Entfernung ihres Vereinigungspunkts, nach dem Brechen in dem Augenglase, $= \frac{(CF + cf)\,cf}{CF + cf - cf} = \frac{(CF + cf)\,cf}{CF}$ §. 65.

Man findet also ci, wenn man die Summe der Brennweiten des Objectiv und Augenglases mit der Brennweite des Augenglases multiplicirt, und das Product durch die Brennweite des Objectivglases dividirt.

Dieser Quotient, oder die Entfernung ci, wird in allen Fällen gröser als cf = ct die Brennweite des Augenglases: doch ist der Unterschied gering, wenn die Brennweite des Objectivglases groß, und die Breite des Augenglases nicht viel gröser ist, als die Oeffnung des Objectivglases.

Weil eben dieses bey allen Seitenaxen, die durch C gehen, z. E. bey δq wie bey Dl anschlägig ist; so werden sie alle in dem Augenglase nach dem Punkt i gebrochen: folglich erhält das Aug in i von jedem Punkte des Gegenstands einen, oder, nach der Gröse seiner Oeffnung, mehrere Strahlen, und übersiehet in i die Sache ganz, welche zwischen den äussersten Seitenaxen DC und EC stehet.

Der Winkel c i l = f c e ist der scheinbaren Gröse gleich, und der Winkel c C l = F C E der wahren Gröse der Sache: also verhält sich k i l abermal zu k C l = D C E, wie C f zu c f; und diese beyde Winkel haben zwar eben die Verhältnis gegen einander, wie in dem Fall §. 229. doch sind beyde hier gröser als dort. Daher übersiehet man auch hier einen grösern Raum, und einen desto grössern, je breiter das Augenglas ist bey eben derselben Brennweite.

Nur ist ein Fall hievon auszunehmen, wo nehmlich Fig. 51. D C E = g F h wird: denn da übersiehet man aus i durch das breitere Augenglas l k nicht mehr, als aus t durch das schmälere p q, weil g B mit D C parallel laufft.

Wenn die Summe der Brennweiten beyder Gläser einerley Verhältnis gegen die Breite des Augenglases behält; so hat man in allen diesen Fällen einerley Sehefeld: denn der Winkel D C E bleibt immer eben derselbe.

Da bisher nur die Rede von den äussersten Seitenaxen war; so verstehet sichs von selbst, daß die Oeffnung des Auges der Breite des Augenglases allezeit noch müsse zugegeben werden.

Die Anfänger thun am besten, wenn sie, nach §. 32. die gröste Breite des Augenglases als $\frac{2}{3}$ der Brennweite annehmen; ob es schon in manchen Fällen noch etwas breiter seyn kann.

§. 231.

Die 58. Aufgabe.

Aus der gegebenen Vergröserung ein tüchtiges Sternrohr, das aus 2 erhabenen Gläsern bestehet, nach seinen wesentlichen Theilen zu bestimmen.

Auflösung 1) durch Zeichnung. Tab. VII. Fig. 52

1. Suchet die gegebene Vergröserung in der Hugenischen

schen Tafel §. 227. auf, und wenn sie sich daselbst nicht befindet, so nehmet die nächstgrösere an.

2. Traget die darneben stehende Brennweiten des Objectiv- und Augenglases, vermittelst eines verjüngten Maasstabs, dessen letzter Zoll in 100 gleiche Theile abgetheilt ist, nacheinander auf einer zur Hauptaxe angenommenen geraden Linie F i, aus einem beliebigen Punkte C, in C f und f c fort.

3. Durchschneidet die Hauptaxe F i in C, f, und c, mit unbestimmten geraden Linien, nach rechten Winkeln.

4. Traget die Hälfte der in der Tafel angezeigten Oeffnung des Objectivglases aus C in A und B, und $\frac{1}{3}$ von c f aus c in k und l.

5. Ziehet aus k und l gerade Linien durch C; so bestimmen diese d e, die Gröse des ersten Bildes, und zugleich den Winkel k c l = D C E, der die Breite des Sehefelds anzeigt; und ihr könnet jene mit dem Nro. 2. angezeigten Maasstab, diesen aber mit dem Transporteur messen.

6. Endlich ziehet aus c nach e eine blinde Linie, und mit ihr eine Parallele durch l, so erlanget ihr den Punkt i, folglich c i, den Abstand des Augs vom Augenglase.

2) durch Rechnung.

1. Suchet aus der gegebenen Vergröserung nach den Regeln §. 228. die beyden Brennweiten, nebst der Oeffnung des Objectivglases. Ist aber die Brennweite gegeben; so handelt nach der Hugenischen Regel §. 227.

2. Multipliciret die gefundene Brennweite des Augenglases mit 2, und dividiret das Product durch 3; so habt ihr die Breite des Augenglases; worzu für den Augstern $\frac{36}{100}$ Linie zu thun.

3. Multipliciret die Summe der Brennweiten des Objectiv- und Augenglases mit der Brennweite des Augenglases, und dividiret das Product durch die Brennweite des Objectivglases; so erlanget ihr den Abstand des Auges vom Augenglase.
4. Multipliciret die Breite des Augenglases mit der Brennweite des Objectivglases, und dividiret das Product durch die Summe der beyden Brennweiten; so giebt der Quotient die Breite des ersten Bildes.
5. Endlich ist es für die Anfänger der leichteste Weg, wenn sie aus ci, cl, und dem rechten Winkel in c, den Triangel cil genau zeichnen, und den Winkel cil mit dem Transporteur messen, hernach das gedoppelte Maas desselben in Graden mit der Brennweite des Augenglases multipliciren, und das Product durch die Brennweite des Objectivglases dividiren, den Winkel kCl = DCE, der das Sehefeld enthält, in Graden zu finden.

Die aber nach der Trigonometrie rechnen, sehen leicht, daß sie aus cC, der Summe der Brennweiten, cl der Breite des Augenglases, und dem rechten Winkel in c, den Winkel clC, und hernach auch die Hälfte des gesuchten Winkels cCl aufs genaueste finden können.

6. Der Abstand der gefundenen 2 Gläser ist die Summe ihrer Brennweiten, für gute und weitsichtige Augen; für kurzsichtige etwas kleiner, und für überweitsichtige etwas gröser.

Z. E. die Vergröserung soll 40malig werden; so mus

1.) die Brennweite des Objectivglases halten 4 Schuhe = 48 Zolle = 4800 hunderttheile des Zolls, und die Breite seiner Oeffnung 109, die Brennweite des Augenglases aber 120 solcher hunderttheile des Zolls.

2.) Die Breite des Augenglases wird seyn $\frac{120 \times 2}{3}$ = 80 dieser Theile, die Hälfte 40.

3.) Der Abstand des Augs vom Augenglase ist $\frac{4920 \times 120}{4800}$ = 123 Hunderttheile.

4.) Die Breite des ersten Bildes $\frac{80 \times 4800}{4920}$ = 78 Hunderttheile.

5.) Man hat cil gefunden = 18 Grade, so ist kil = 36 Grade, und also kCl = DCE = $\frac{36 \times 120}{4800}$ = $\frac{36}{40}$ Grade, = $\frac{36 \times 60}{40}$ = 54 Minuten.

6.) Cc = Cf × cf = $\frac{4800 + 120}{100}$ = $\frac{4920}{100}$ Zoll.

N. Weil Hugen Rheinländisches Maas zum Grunde gelegt; so mus man bey würklicher Anwendung auch dieses Maas gebrauchen.

§. 232.

Man kann entweder dem Objectivglase allein, oder dem Augenglase allein, oder beyden zugleich ein Collectivglas beysetzen; und erhält in allen dreyen Fällen ebenfalls ein Sternrohr.

Tab. VIII. Fig. 53

Es sey Fig. 53. AB ein Objectivglas, Cc dessen Brennweite; ab sein Collectivglas, pc desselben Brennweite; kl das Augenglas, und fc seine Brennweite: so werden die mit der Hauptaxe Fi parallel einfallende Strahlen sich in f vereinigen §. 95. und nach dem Durchschnitte so im Augenglase kl gebrochen werden, daß sie parallel in das Aug oo, wie Fig. 51. und 52, gelangen.

Die äusserste Seitenaxen werden in a und b nach d und e gebrochen, wo sie sich mit ihren Parallelstrahlen vereinigen, und das Bild de bestimmen; in dem Fortgang aber, nach dem Brechen im Augenglase,

glase, in i die Hauptaxe schneiden, und den Ort des Augs dadurch bestimmen.

Das eingebildete Vergleichungsglas fällt hier in t, und ist also $\alpha\beta$, §. 155. die geöffnete Breite des Objectivglases AB ist eben die, welche sie haben würde, wenn dieses Objectivglas allein mit eben dem Augenglase kl verbunden wäre. Die geöffnete Breite des Objectivglases und die Breite des Vergleichungsglases sind allezeit einander gleich.

Die Vergröserung, welche diese Verbindung bewürkt, zeigt der Quotient, wenn ft, die Brennweite des Vergleichungsglases, durch fc, die Brennweite des Augenglases, dividirt wird. §. 208.

Die Breite des Augenglases hangt in dieser Verbindung ab von dem Winkel, den die äusserste Seitenaxen nach ihrem Brechen in dem Collectivglase ab miteinander machen. Ist dieser unendlich klein, oder werden die im Collectivglase gebrochene äusserste Seitenaxen mit der Hauptaxe parallel; so mus das Augenglas so breit werden, als das Collectivglas. Gehen diese gebrochene Seitenaxen convergirend fort wie hier Fig. 53; so ist die Breite des Augenglases kleiner, als des Collectivglases. Divergiren endlich die gebrochene äusserste Seitenaxen, und machen ruckwarts einen Winkel miteinander; so mus die Breite des Augenglases gröser seyn, als die Breite des Collectivglases.

Der erste Fall entstehet, wenn die Brennweite des Collectivglases, und sein Abstand vom Objectivglase einander gleich sind; der zweyte, wenn jene kleiner ist, als dieser; und der dritte, wenn dieser kleiner ist, als jene.

Da hier die Oeffnung eines Objectivglases von gröserer Brennweite, allezeit mit der kleineren Brennweite des Vergleichungsglases verbunden wird: so wird auch, wenn beyde Brennweiten mit einerley Au-

genglase verglichen werden, die Helligkeit nicht nur gröser als in dem Fernrohr, wo AB und kl allein verbunden sind; sondern auch gröser, als in einem Fernrohr, wo einerley Brennweite des Augenglases allein in der Verbindung mit der Brennweite eines Objectivglases stehet, die der Brennweite des Vergleichungsglases gleich ist.

Z. E. Es sey die Brennweite des Objectivglases = 9 Schuh; so ist, nach §. 227. die Breite desselben = $\frac{164}{100}$ Zoll, die Brennweite des Augenglases = $\frac{180}{100}$ Zoll, und also die Vergröserung 60malig; folglich ist, nach §. 226. dieses Sternrohrs Helligkeit = $\frac{164 \times 164}{60 \times 60} = 7\frac{106}{225}$.

Man setze ein Collectivglas von 4 Schuh Brennweite so bey, daß sein Brennpunkt auf das Objectivglas falle, folglich beyder Abstand voneinander 4 Schuhe sey; so ist, nach §. 155. die Brennweite des Vergleichungsglases ebenfalls = 4 Schuh, hingegen dessen Breite = $\frac{164}{100}$ Zoll, die Brennweite des Augenglases abermal = $\frac{180}{100}$ Zoll, und also die Vergröserung 27malig, folglich die Helligkeit dieses Sternrohrs mit 3 Gläsern = $\frac{164 \times 164}{27 \times 27} = 36\ \frac{652}{729}$.

Hingegen wenn ein Objectivglas von 4 Schuh Brennweite allein mit dem Augenglase von $\frac{180}{100}$ Zoll Brennweite verbunden würde; so wäre die Vergröserung zwar wiederum 27malig, aber die Breite des Objectivglases könnte nur $\frac{109}{100}$ des Zolls seyn, folglich die Helligkeit dieses Sternrohrs = $\frac{109 \times 109}{27 \times 27} = 16\ \frac{217}{729}$.

Es verhalten sich also die Helligkeiten in diesen dreyerley Verbindungen bey nahe wie 7, 36, 16 gegeneinander, und die mit dem Collectivglase hat die gröste Helligkeit, ohne etwas an der Deutlichkeit zu ver-

verlieren; wenn man auch gleich einen hinlänglichen Abzug, für die in den Gläsern verlohrne Strahlen, macht.

Die Breite des Collectivglases a b bestimmt hier den Winkel a C b = D C E, oder das Sehefeld. Da nun diese Breite in der Vergleichung mit der Brennweite gröser seyn kann, als irgend eine Breite des Augenglases, das mit dem Objectivglase allein verbunden wäre: so ist klar, daß man vermittelst eines Collectivglases das gröste Sehefeld erlangen könne, wenn die Seitenaxen im Collectivglase convergirend gebrochen werden, welches zugleich der Vergröserung am wenigsten nachtheilig ist.

§. 233.

Es ist zwar oben §. 155. gezeigt worden, wie man aus der Brennweite des Hauptglases und seines Collectivglases, nebst ihrem Abstande voneinander, die Brennweite des Vergleichungsglases finden könne; und daraus in Gleichungen hergeleitet worden, wie man aus der gegebenen Brennweite des Vergleichungsglases, und dem Abstande des Collectiv- vom Objectivglase, nebst einer von den Brennweiten der beyden würklichen Gläser, die übrige, oder aus allen diesen Brennweiten den Abstand suchen müsse.

Doch da zu den Fernröhren und Vergröserungsgläsern diese Auflösungen mehrmalen nöthig sind; so will ich, zur Erleichterung einiger Anfänger, noch drey Regeln zu diesem Zweck hier einrucken, worinnen obige Gleichungen mit Worten ausgedruckt sind.

1. Multipliciret den Unterschied des Abstands, und der Brennweite des kleinern würklichen Glases, mit der Brennweite des Vergleichungsglases, und dividiret das Product durch den Unterschied der Brennweiten des Vergleichungsglases und des klei-

nern würklichen Glases ; so habt ihr die Brennweite des grösern würklichen Glases.

2. Multipliciret den Unterschied der Brennweite des grösern würklichen Glases , und des Abstands, mit der Brennweite des Vergleichungsglases , und dividiret das Product durch den Unterschied der Brennweiten des grösern würklichen , und des Vergleichungsglases ; so erlanget ihr die Brennweite des kleinern würklichen Glases.

3. Multipliciret die Brennweiten des grösern und kleinern würklichen Glases ineinander , und dividiret das Product durch die Brennweite des Vergleichungsglases , den Quotienten ziehet ab von der Summe der Brennweiten des grösern und kleinern würklichen Glases ; so kommt der Abstand beyder würklichen Gläser voneinander heraus.

Z. E. Es sey die Brennweite des grösern Glases = 12, des kleinern = 10, der Abstand = 7; so ist , nach §. 155. die Brennweite des Vergleichungsglases = 8. Also ist hier

1) $\frac{8 \times 3}{10-8} = 12$ = der Brennweite des grösern Glases.

2) $\frac{8 \times 5}{4} = 10$ = der Brennweite des kleinern Glases.

3) $22 - 15 = 7$ = dem Abstande beyder Gläser voneinander.

§. 234.

Da nun in dem Fall , wo das Objectivglas ein Collectivglas hat , aus drey gegebenen Sachen allemal die vierte gefunden werden kann , nach §. 155. und 233 ; das Augenglas aber in der Hugenischen Tafel §. 228. neben der Brennweite des Objectivglases zu finden ist : so ist leicht diese Verbindung von 3 Gläsern auf das einfache Sternrohr von 2 Gläsern zu bringen , und mit dem Augen-und Vergleichungs-

chungsglase eben so zu handeln, wie dort mit dem Augen- und Objectivglase.

§. 235.

Wenn in der Verbindung eines Objectiv- und Augenglases eine gewisse Vergröserung und äusserste Breite des Augenglases festgesetzt ist; und man verlangt doch ein gröseres Sehefeld, als die Breite des Augenglases nach seiner Brennweite ertragen kann: so läßt sich dieser Zweck dadurch erreichen, daß man ein Augenglas von gröserer Brennweite, als die angenommene Vergröserung erfordert, einsetzt; demselben die zu dem verlangten Sehefeld erforderte Breite giebt; und ihm ein Collectivglas beysetzt, das mit dem grösern angenommenen Augenglase eine Brennweite ihres Vergleichungsglases giebt, welche der Brennweite des erstern zur Vergröserung des Sternrohrs angenommenen Augenglases gleich ist.

Man giebt also die Brennweiten des grösern- und des Vergleichungsglases, nebst dem Abstande, der beliebig angenommen wird, und verlangt die Brennweite des kleinern Glases, welche nach der zweyten Regel §. 233. gefunden wird.

Z. E. das gegebene Augenglas, folglich auch das Vergleichungsglas, habe 3 Zoll Brennweite; die Brennweite des angenommenen grösern Glases sey = 12 Zoll; der Abstand beyder würklichen Gläser voneinander aber = 6 Zoll: so wird des kleinern, oder Collectivglases Brennweite seyn = $\frac{3 \times (12 - 6)}{12 - 3}$ = $\frac{18}{9}$ = 2 Zoll. §. 233.

§. 236.

Es gehet auch an, sowol dem Objectivglase, als auch dem Augenglase zugleich ein Collectivglas beyzusetzen.

Sucht man hier das Vergleichungsglas zwischen jedem Hauptglase und seinem Collectivglase, nach §. 155; so hat man diese vier Gläser auf zwey gleichgültige, in Ansehung der Vergröserung, gebracht, und behandelt die zwey gefundene Vergleichungsgläser wie das einfache Sternrohr. Der meiste Vortheil ist hier das grösere Sehefeld.

§. 237.

Alle diese Arten des Sternrohrs zeigen den Gegenstand verkehrt, und sind daher zu den Gegenständen auf der Erde nur etwa in solchen Fällen zu gebrauchen, wo wir die Sache nicht mißkennen, wenn sie auch verkehrt erscheint. Man suchte also das Sternrohr so einzurichten, daß die Sachen durch dasselbe aufrecht gesehen würden.

Dieses wird erhalten, wenn das letzte Bild der Sache verkehrt auf das Netz des Auges fällt. §. 186.

Man erlangt dieses verkehrte Bild im Auge, wenn das nächste Glas am Auge ein aufrechtes Bild der aufrechten Sache auffangt.

Dieses Bild wird aufrecht, wenn sein durch 2 erhabene Gläser gesehener Gegenstand verkehrt stehet.

Und dieser fällt verkehrt, wenn er das erste Bild von der Sache, welches nehmlich das Objectivglas darstellt, ist.

Oder, das 3te Bild von der Sache fällt verkehrt ins Auge. §. 166. Das 3te Bild aber wird am besten durch 4 erhabene Gläser entworfen, deren Brennpunkte jedesmal zwischen zweyen von ihnen zusammentreffen, und die eigentlich als zwey Sternröhre können betrachtet werden, deren eines das letzte Bild des andern auffangt.

Tab. VII. Fig. 54

Es sey Fig. 54. AB ein Objectivglas, und Cf = CF desselben Brennweite; so wird de das verkehrte Bild von der Sache DE seyn. Es falle

dieses

dieses Bild auf das erste Augenglas a b, dessen Brennweite c f = c z seyn soll; so kommen die Strahlen des Bildes d e, nach dem Brechen in a b, parallel auf das 2te Augenglas α β, dessen Brennweite v z = v l ist, eben so, als wenn sie von einer weitentlegenen Sache einfielen.

Man kann also α β als ein neues Objectivglas ansehen, welches von dem verkehrten Bilde d e (das man sich in z z, wenn die äusserste Seitenaxen durch F einfallen, oder in x x, wenn sie durch C gehen, vorstellen kann) ein neues verkehrtes, in Ansehung der Sache aber aufrechtes, Bild δ ε entwirft, das vermittelst seines Augenglases q s, des 4ten im ganzen Erdrohr, sich in dem Auge o o verkehrt abmahlt, und daher aufrecht gesehen wird.

§. 238.

Die Vergröserung dieser vier verbundenen Gläser zeigt der Quotient an, wenn man das Product der Brennweiten des Objectiv- und mittleren Augenglases durch das Product der Brennweiten beyder übrigen Augengläser dividirt.

Oder sie erhellet aus dem Producte der beyden Quotienten, die entstehen, wenn man die Brennweite des Objectivglases durch die Brennweite des ersten Augenglases; und die Brennweite des zweyten Augenglases durch die Brennweite des dritten Augenglases, nehmlich des nächsten am Auge, dividirt. Denn das 3te und 4te Glas vergrösern die durch das Objectiv- und erste Augenglas schon vergröserte Sache aufs neue; und jedesmal in der Verhältnis des Augenglases zum Objectivglase, nach ihren Brennweiten.

Wenn also die Gläser vom Objectivglase an in der Ordnung fort a, b, c, d, heissen; so ist hier die Vergröserung $= \frac{a \times c}{b \times d}$. Z. E. Es sey die Brennweite von a = 72″, b = 6″, c = 4″, d = 2″; so ist die Vergröse-

rung

rung dieses Erdrohrs $= \frac{72 \times 4}{12} =$ 24malig. Denn das erste Sternrohr vergröfert $\frac{72}{6} =$ 12mal, und das zweyte $\frac{4}{2} =$ 2mal; also das aus ihnen zusammengesetzte Erdrohr 12 $\times$ 2 = 24mal.

Haben demnach die drey Augengläser gleiche Brennweite; so wird die Vergröserung seyn $\frac{a \times b}{b \times b} = \frac{a}{b}$; und also eben so, wie in dem einfachen Sternrohr mit 2 Gläsern, wenn nehmlich die Brennweite eines Augenglases sich eben so gegen die Brennweite des Objectivglases verhält, wie daselbst.

Doch dieses letztere gehet in dem Erdrohr nicht wohl an. Denn desselben meiste Gegenstände sind dunkeler als die am Himmel; auch ist das Aug am Tage untüchtiger als bey der Nacht, das letzte Bild mit aller seiner Helligkeit zu empfangen, und zu empfinden. Man mus also den Erdröhren eine gröfere Helligkeit geben, als den Sternröhren.

Nennet man die geöffnete Breite des Objectivglases p; so ist die Helligkeit des Sternrohrs $= \frac{pp \times bb}{aa}$ und wird gröser, wenn entweder pp, oder bb, oder beyde gröser werden. §. 226.

Das erste und dritte ist etwa nur bey den allerfeinsten Gläsern thunlich; meistens aber würden schädliche Abweichungen entstehen: daher rathet Hugen zu dem zweyten; nehmlich die Oeffnung des Objectivglases zu behalten, wie in dem Sternrohr, hingegen die Brennweite des Augenglases gedoppelt so groß als daselbst anzunehmen.

Die Helligkeit eines solchen Sternrohrs würde seyn $= \frac{pp \times 4bb}{aa}$ folglich 4mal so groß, als sie bey dem Augenglase von der halben Brennweite war: aber die

Ver-

Vergröserung würde hier nur halb so stark seyn, als dort.

Soll nun die Vergröserung einerley bleiben; so mus auch das Objectivglas gedoppelt so groß angenommen werden, alsdann aber würde die Helligkeit nur um so viel gröser seyn, als das nun grösere p p bewürkt, oder die grösere Oeffnung des Objectivglases.

§. 239.

Wenn die drey Augengläser eines Erdrohrs verschiedene Brennweiten haben; so müssen diese 3 verschiedene Brennweiten eben die Vergröserung mit eben demselben Objectivglase machen, welche die 3 gleiche Brennweiten der Augengläser mit ihm machten, wenn anders gleiche Helligkeit in beyden bleiben soll.

Dieses zu erlangen nehmet die Brennweiten des Objectiv- und Augenglases wie §. 238. an: an statt des dortigen Augenglases aber erwählet die Brennweiten zweyer Augengläser beliebig, und suchet aus der Vergröserung und den Brennweiten des Objectivglases, und der beliebig angenommenen Augengläser, jedesmal die Brennweite des übrigen Augenglases, nach folgenden Regeln.

1. Multipliciret die Brennweite des Objectivglases mit der Brennweite des 2ten Augenglases, und dividiret das Product durch das Product der gegebenen Vergröserung und der Brennweite des 3ten oder letzten Augenglases: so kommt in dem Quotienten die Brennweite des ersten Augenglases heraus.

Denn wenn die Vergröserung g heißt, so ist $b = \frac{a\,c}{g\,d}$.

2. Multipliciret die Brennweite des Objectivglases mit der Brennweite des 2ten Augenglases, und dividiret das Product durch das Product drr Vergröserung und Brennweite des ersten Augenglases: so

habt

habt ihr die Brennweite des 3ten Augenglases. Dann $d = \frac{a\,c}{g\,b}$.

3. Multipliciret die Brennweiten des ersten und dritten Augenglases, nebst der Vergröserung, ineinander, und dividiret das Product durch die Brennweite des Objectivglases; so kommt die Brennweite des 2ten Augenglases heraus. denn $c = \frac{b\,d\,g}{a}$.

Z. E. man will ein Erdrohr haben, dessen Objectivglas 4 Schuh halten soll nach seiner Brennweite; so wird ein jedes von den 3 gleichen Augengläsern $2\frac{2}{5}$ Zoll Brennweite erhalten müssen, wenn die Vergröserung 20malig werden soll.

Sollen nun die Brennweiten der Augengläser verschieden seyn, und doch einerley Helligkeit mit jenen gleichen geben; so nehme man die Brennweite des 2ten = 3 Zoll, des 3ten = 2 Zoll beliebig an, und behalte die 20malige Vergröserung: alsdann wird die gesuchte Brennweite

1.) des ersten Augenglases seyn $= \frac{48 \times 3}{20 \times 2} = \frac{18}{5}$ $= 3\frac{3}{5}$ Zoll. Dann $\frac{48 \times 3 \times 5}{2 \times 18} = 20 =$ der angenommenen gleichen Vergröserung.

2.) Suchet ihr die Brennweite des 3ten Augenglases, und nehmet die beyde übrige an; so ist sie $= \frac{48 \times 3 \times 5}{20 \times 18} = 2$ Zoll.

3.) Wollet ihr aber die Brennweite des 2ten oder mittlern Augenglases finden, und nehmet die beyde übrige an; so ist sie $= \frac{18 \times 2 \times 20}{5 \times 48} = 3$ Zoll.

Der Vortheil der Augengläser von verschiedenen Brennweiten bestehet darinnen, daß man dem ersten Augen-

Augenglase eine grösere Brennweite und Breite geben kann, wordurch das Sehefeld vergrösert wird.

§. 240.

Die 59. Aufgabe.

Aus der gegebenen Vergröserung ein tüchtiges Erdrohr, das aus vier erhabenen Gläsern bestehet, nach seinen wesentlichen Theilen zu bestimmen.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

T.VII Fig.54

1. Suchet die gegebene Vergröserung in der Hugenischen Tafel §. 227. auf; und nehmet die Brennweiten des darneben stehenden Objectiv- und Augenglases gedoppelt so groß an. Ist die Vergröserung daselbst nicht vorhanden, so haltet euch an die nächststärkere.
2. Traget diese gedoppelt genommene Brennweite des Objectivglases einmal, und die gedoppelte des Augenglases 6mal nach einander, vermittelst eines verjüngten Maasstabs, dessen letzter Zoll in 100 gleiche Theile abgetheilt ist, auf einer zur Hauptaxe angenommenen geraden Linie F i, aus einem beliebigen Punkte C, in Cf, fc, c z, z v, v l, l r, und r t fort.
3. Durchschneidet die Hauptaxe F i in C, f, c, v, l, und r, mit unbestimmten geraden Linien, nach rechten Winkeln.
4. Traget die Hälfte der in der Tafel angezeigten Oeffnung des gedoppelt angenommenen Objectivglases aus C in A und B, und $\frac{1}{3}$ von c f, der gedoppelt angenommenen Brennweite der gleichen Augengläser, oder auch die Hälfte der Oeffnung des Objectivglases, aus c in m und n, aus v in α und β, und aus r in k und p.
5. Endlich ziehet aus A und B gerade Linien in F, und aus k und p in t; so zeigt der Winkel AFB

AFB das Sehefeld, und der Winkel ktp so wohl den Ort des Auges t, als auch den Durchschnitt des Lichtkegels an, der unmittelbar in das Aug strahlt.

Diese Art ist die leichteste nach aller Betrachtung, und beruhet darauf, daß alle Axen durch F den äussern Brennpunkt des Objectivglases gehen, und, nach dem Brechen in allen Gläsern, in t, dem äussern Brennpunkte des letzten Augenglases, sich wieder alle vereinigen.

Wollet ihr aber die andere Art zeichnen, wo alle Axen durch C, die Mitte des Objectivglases gehen; so verfahret mit Nro. 1, 2, 3, wie oben.

4. aber traget die Hälfte der Oeffnung des Objectivglases aus C in A und B, und $\frac{1}{3}$ cf aus c in a und b; aus a und b ziehet gerade Linien durch C: so bestimmen solche die Breite des ersten Bildes de, und zugleich den Winkel aCb = DCE, der die Breite des Sehefelds anzeigt; und ihr könnet jene mit dem Maasstab Nro. 2, diesen aber mit dem Transporteur messen.

5. Ziehet ferner aus c nach d und e Linien, und mit ihnen die Parallelen au und bu bis an $\alpha\beta$; so bestimmen diese nicht nur uu, die Breite des 2ten Augenglases, sondern auch den Punkt x in der Hauptaxe, wo das Aug stehen müßte, wenn AB und ab allein vorhanden wären.

6. Aus v machet vδ und vε parallel mit bu und au; so schneiden solche die Breite des 2ten Bildes $\delta\varepsilon$ ab; und wenn ihr aus u und u gerade Linien durch δ und ε fortziehet bis an den Ort des letzten Augenglases, so erlanget ihr qs die Breite dieses Glases.

7. Endlich ziehet gerade Linien aus δ und ε in r, und mit ihnen die Parallelen qi und si aus q

und

und s; so ist auch vollends i der Ort des Auges bestimmt.

2) durch Rechnung.

1. Suchet aus der gegebenen Vergröserung, nach den Regeln §. 228. die Brennweiten des Objektiv- und Augenglases, (ist aber die Brennweite des Objectivglases gegeben, so handelt nach der Hugenischen Regel §. 227.) und nehmet beyde gefundene Brennweiten gedoppelt an; so habt ihr die Brennweiten des hier tauglichen Objectiv- und der Augengläser, welche letztere 6mal genommen, und mit der Brennweite des Objectivglases in eine Summe gebracht, die Länge des Erdrohrs anzeigt. Die Oeffnung des gedoppelten Objectivglases rechnet besonders nach der Hugenischen Regel, wenn sie nicht in seiner Tafel stehet.
2. Multipliciret die Brennweite des Augenglases mit 2, und dividiret das Product durch 3; so erlanget ihr die Breite aller Augengläser, wenn alle Axen durch F gehen. Fallen aber die Axen durch C ein; so kommt diese Breite nur dem ersten Augenglase ab, und dem letzten qs zu, weil cv = vr.
3. In diesem letztern Fall multipliciret ferner Cc, die Summe der Brennweiten des Objectiv- und Augenglases, mit cf der Brennweite des letztern, und dividiret das Product durch cf, die Brennweite des erstern; so kommt cx heraus. Und wenn ihr cx von cv, der gedoppelten Brennweite eines Augenglases abziehet; so habt ihr vx. Nun multipliciret ab mit vx, und dividiret das Product durch cx; so erlanget ihr uu, die Breite des mittlern Augenglases.

Doch da es Fälle giebt, wo man dieses mittlere Glas breiter nutzen kann; so nimmt man es

auch so breit, als die beyden übrige an, und bedeckt es ordentlicher Weise bis auf die Oeffnung u u.

4. Zu der Breite der Augengläser setzet noch die Oeffnung des Augsterns bey, die ihr findet, wenn ihr die Breite des Objectivglases mit der Brennweite des Augenglases multipliciret, und das Product durch die Brennweite des Objectivglases dividiret.

5. Da q s gleiche Brennweite und Breite mit a b hat; so ist auch c x = r i = dem Abstande des Auges o o vom letzten Glase. Gehen aber die Axen durch F, so ist dieser Abstand der Brennweite des letzten Glases gleich.

6. Zeichnet vermittelst a b, c x, und der rechten Winkeln in c den Triangel a x b genau, und messet den Winkel a x b mit dem Transporteur; multipliciret hierauf dessen Grade mit c f der Brennweite des Augenglases, und dividiret das Product durch die Brennweite des Objectivglases: so habt ihr vollends den Winkel a C b = D C E, der das Sehefeld enthält, in Graden.

7. Setzet endlich die Gläser vom Objectivglase an, an der Hauptaxe, mit sich selbst parallel, so, daß jedesmal zwey derselben in der Summe ihrer Brennweiten voneinander abstehen.

Z. E. die gegebene Vergröserung sey 40; so ist

1.) $CF = 2 \times 4 = 8$ Schuh $= 96$ Zoll $= \frac{9600}{100}$ Zoll.

$$cf = \frac{2 \times 120}{100} = \frac{240}{100} \text{ Zoll.}$$

$$AB = \frac{155}{100} \text{ Zoll.}$$

$$Ci = \frac{9600 + 6 \times 240}{100} = 9\frac{1}{5} \text{ Schuh.}$$

2.) $ab = \frac{2 \times 240}{3} = \frac{160}{100}$ Zoll.

3.) $cx = \frac{9840 \times 240}{9600} = \frac{246}{100}$ Zoll.

$vx = \frac{480 - 246}{100} = \frac{234}{100}$ Zoll.

$uu = \frac{160 \times 234}{246} = \frac{152}{100}$ Zoll.

4.) $oo = \frac{155 \times 240}{9600} = \frac{4}{100} = \frac{1}{25}$ Zoll $= \frac{1}{2}$ Linie.

5.) $ri = cx = \frac{246}{100}$ Zoll.

6.) Man hat den Winkel $axb = 18$ Grade gefunden; so ist $aCb = \frac{18 \times 240}{9600} = \frac{9}{20}$ Grad $= 27$ Minuten.

Not. Will man aber grösere Helligkeit haben; so nimmt man die Brennweite des Objectivglases kleiner an, und giebt ihm die gehörige Oeffnung: alsdann aber wird die gegebene Vergröserung nicht erhalten, sondern eine schwächere.

§. 241.

Wenn die 3 Augengläser ungleiche Brennweiten haben sollen; so verfährt man, wie in der 59ten Aufgabe §. 240. Nur berechnet man die Brennweiten der Augengläser nach §. 239. Ihre Breite aber richtet sich nach ihren Brennweiten, und man kann sie also bey jedem derselben zu $\frac{2}{3}$ seiner Brennweite annehmen, im äussersten Fall.

Mehrere als vier Gläser dergestalten zu verbinden, daß ihr Abstand voneinander jedesmal bey zweyen die Summe ihrer Brennweite sey, ist nicht sonderlich räthlich; weil entweder allzuviele Strahlen zurücke gehalten würden, oder die Vergröserung geringer angenommen werden müßte.

§. 242.

Hingegen ist auch in Erdröhren vortheilhaft, wenn man zwar mehrere als vier Gläser gebraucht;

aber sie so setzt, daß sie Collectivgläser der gewöhnlichen werden.

Man kann aber, mit wahrem Vortheil, entweder dem Objectivglase allein, oder dem ersten Augenglase allein, oder diesen beyden Gläsern zugleich, ein Collectivglas beysetzen; und erhält in beyden ersteren Fällen ein Erdrohr mit 5, in dem letzteren aber mit 6 Gläsern.

Die Anleitung zu dieser Zusammenfügung der Gläser ist eben dieselbe, welche von §. 232. an bis §. 236. gegeben worden; und man kann sich davon aus Fig. 55. einigen Begriff machen, wo DE die Sache, AB das Objectivglas, αβ dessen Collectivglas, ed das erste Bild, ab das erste Augenglas, δζ dessen Collectivglas, gi das zweyte Augenglas, kp das zweyte Bild, qs das dritte Augenglas, und oo den Ort des Augs anzeiget.

Tab. VII. Fig. 55

Es ist gut, wenn man das erste und zweyte Augenglas nebst dem Collectivglase des ersten von einerley Brennweite annimmt; das letzte Augenglas aber kann wohl eine etwas kleinere Brennweite als die übrigen haben, und auch schmäler seyn als das mittlere; doch mus in diesem letztern Fall das mittlere Augenglas etwas mehr als um seine Brennweite von dem gemeinschaftlichen Brennpunkte des ersten Augen- und seines Collectivglases abstehen, damit das schmälere Glas alle Lichtstrahlen des nächsten breiteren auffangen könne.

Das Collectivglas des ersten Augenglases kann so weit von diesem abstehen, als möglich ist, daß es dennoch ein Collectivglas bleibe; das mittlere Augenglas aber mus desto breiter werden, je gröser dieser Abstand angenommen wird. Das erste Augenglas aber und sein Collectivglas dürfen nur ein wenig breiter seyn, als das erste Bild, welches das Objectivglas allein, oder mit seinem Collectivglase macht,

ja

ja das Collectivglas darf noch schmäler werden; welches aus einer richtigen Zeichnung sogleich erhellet.

Wenn das Objectivglas unter drey Fuß Brennweite hat; so giebt man am besten dem ersten Augenglase allein ein Collectivglas: ist des Objectivglases Brennweite von 3 bis 5 Fuß; so ist genug wenn dieses allein ein Collectivglas bekommt: grösere Brennweiten aber erfordern fast unumgänglich sowol an dem Objectiv- als ersten Augenglase ein Collectivglas. Es können aber auch die kleineren Erdröhre 6 Gläser haben, sonderlich wo man etwas dunkele Gegenstände betrachtet.

Die Brennweiten der Collectivgläser an den Objectivgläsern werden zu Erdröhren kleiner angenommen, als zu Sternröhren, sonderlich zu einer grosen Entfernung der Sachen.

Die Vergröserung dieser Art der Erdröhren wird gefunden wie in den gewohnlichen mit 4 Gläsern, wenn man das Vergleichungsglas sucht für die Gläser, denen man ein Collectivglas gegeben, nach §. 155. und mit diesen handelt, wie mit einfachen Gläsern. Z. E. Es sey 1) die Brennweite des Objectivglases = 3 Schuh = 36 Zoll, seines Collectivglases = 6 Zoll, und ihr Abstand voneinander = 24 Zoll; so wird der Abstand des gemeinschaftlichen Brennpunkts vom Collectivglase an seyn = $\frac{6 \times 12}{6 + 12}$ = 4 Zoll; die Brennweite des Vergleichungsglases aber = $\frac{36 \times 6}{(36+6)-24}$ = 12 Zolle.

2.) Soll die Brennweite des ersten Augenglases und auch seines Collectivglases seyn = 3 Zoll, der Abstand dieser beyden Gläser voneinander = 2 Zoll; so wird der Abstand dieses gemeinschaftlichen

Brennpunkts vom Collectivglase werden $= \frac{3 \times 1}{3 + 1}$ $= \frac{3}{4}$ Zoll, und die Brennweite des Vergleichungsglases $= \frac{3 \times 3}{(3+3)-2} = 2\frac{1}{4}$ Zoll.

3.) Die Brennweite des mittlern Augenglases sey = 3 Zoll, und des letzten = 2 Zoll; so wird die Vergrösserung seyn $= \frac{12 \times 3}{2\frac{1}{4} \times 2} = \frac{12 \times 3 \times 4}{2 \times 9} = \frac{24}{3}$ = 8malig; die Helligkeit aber sehr stark, und das Sehefeld groß, neben einer ungemeinen Deutlichkeit, wie die Proben zeigen.

§. 243.

Endlich lassen sich auch die Hohlgläser mit erhabenen zu einem Fernrohr verbinden; und diese Art war zufälliger Weise die erste, deren man sich bediente sowol auf der Erde, als auch zu den Sternen.

Ein Hohlglas kann niemal die Stelle eines Objectivglases vertretten, es wäre denn, daß es mit einem erhabenen Glase einen Meniscum ausmachte, von der Art, welche einem erhabenen Glase gleichet; denn ein einzeles Hohlglas macht kein positives Bild §. 139. Wenn es aber ein Augenglas, oder Collektivglas eines erhabenen wird; so kann das Aug, welches einem erhabenen Glase gleichet, die divergirende oder parallele Strahlen des Hohlglases vereinigen, und auf seinem Netze ein positives Bild erhalten.

Tab. VIII. Fig. 56

Es sey Fig. 56. AB ein erhabenes Glas, CF = Cf seine Brennweite; so wird dieses Glas von einem unendlich entfernten Gegenstande DE das Bild de entwerfen.

Man setze zwischen dieses Glas, und das Bild de ein Hohlglas ab, von der Brennweite cf = ci, dergestalten, daß der äussere negative Brennpunkt f

des

des Hohlglases, und der äussere positive Brennpunkt f des erhabenen Glases in eben denselben Ort f fallen, folglich der Abstand beyder Gläser voneinander der Unterschied ihrer Brennweiten werde; so werden die von dem Objectivglase auf das Hohlglas einfallende Strahlen, nach dem Brechen, mit ihren Axen parallel gehen, und die Lichtkegel ABf, ABd, ABe, von ab an, Lichtwalzen werden. §. 98.

Wenn nun das Aug ganz nahe an ab stehet, und diese Lichtwalzen so nahe beysammen sind, daß die Oeffnung des Augs sie alle fassen kann; so erscheint die Sache DE demjenigen Auge deutlich, das vermittelst paralleler Strahlen gut siehet, und zugleich aufrecht, weil D in der Richtung kq, E aber in der Richtung lp, folglich verkehrt in das Aug fallen.

§. 244.

Die Vergröserung dieser Verbindung eines erhabenen und hohlen Glases beruhet auf folgenden Gründen.

Das negative Bild, welches das Hohlglas, von der Sache DE, zwischen den äussersten Seitenaxen Cd und Ce macht, stehet in dem negativen Brennpunkte i, und ist also gh.

Nun aber fällt g in das Aug vermittelst gq, und h vermittelst hp, und also das Bild gh unter dem Winkel gtp; dieser ist gleich dce, und unter eben diesem Winkel würde das Bild ed durch ein erhabenes Augenglas, von gleicher Brennweite mit der negativen des Hohlglases, in das Aug fallen, wie aus dem Sternrohr erhellet. In diesem Fall aber ist die Vergröserung der Quotient, wenn man die Brennweite des Objectivglases durch die Brennweite des Augenglases dividirt §. 229; also vergröset auch die gegenwärtige Verbindung eines erhabenen und

hohlen Glases in der Verhältnis der Brennweite des hohlen Augenglases zu der Brennweite des erhabenen Objectivglases. Z. E. Es halte die Brennweite des Objectivglases 8 Zoll, und des Augenglases 2 Zoll; so wird die Vergröserung $= \frac{8}{2} =$ 4malig werden.

§. 245.

Tab. VIII. Fig.56

Wenn hier die äusserste Seitenaxen Dd und Ee so nahe zusammengerückt werden, daß sie das Auge auf einen Blick fassen kann; so wird auch der Winkel lCk = DCE sehr klein, und man übersiehet also einen kleinen Raum auf einmal, und einen desto kleineren, je stärker die Vergröserung gemacht wird.

Das Aug übersiehet ganz nahe am Augenglase am meisten, und dieses ist daher nicht breiter nöthig, als die gröste Oeffnung des Auges, um jedesmal eben so helle, und eben soviel auf einmal, zu sehen, als durch ein breiteres.

Doch hat letzteres den Nutzen, daß man das Aug schnell wenden, und schief durchsehen kann, wenn es die geöffnete Breite des Objectivglases gestattet, welche in diesem Fall auch gröser als sonst seyn, aber durch eine Blendung eingeschränkt werden mus, von welchen unten mehreres vorkommen wird.

Obschon diese Verbindung der Gläser sehr deutlich zeigt, auch in Vergleichung mit den Erdröhren von erhabenen Gläsern, bey einerley Vergröserung, ein viel kürzeres Rohr abgiebt: so wird sie doch, wegen der angezeigten Unbequemlichkeit, meistens nur noch auf der Erde gebraucht, und auch zu diesem Zweck nur von 2 bis höchstens 12 Zoll lang gemacht, auch die Vergröserung gering angenommen, damit sie desto heller zeigen.

Zuweilen gebraucht man dennoch ein Objectivglas von 8 bis 12 Fuß Brennweite, setzt aber ein hohles Augenglas bey von 6 bis 12 Zoll negativer

Brenn=

Brennweite, und faßt sie nicht in ein Rohr, sondern verschiebt sie an einem geraden Stock vermittelst der Drathfedern, die an der Fassung der Gläser angebracht sind. Die Gläser haben hier eine so starke Oeffnung, als es nur immer thunlich ist. Für einen Kurzsichtigen mus das Augenglas allezeit eine kleinere Brennweite haben, als er nöthig hat durch das Hohlglas allein in eine grose Entfernung deutlich zu sehen.

Oft setzt man das hohle Augenglas nur um etliche Linien hinweg vom erhabenen Objectivglase, und verlangt keine oder doch nur eine gar geringe Vergrösserung; sondern hat nur den Zweck der Kurzsichtigkeit damit zu Hülfe zu kommen, weil diese Zusammenfügung den Augen weniger beschwerlich ist, als ein einzeles Hohlglas, und genau nach des Auges Beschaffenheit, und dem Abstande der Sache, vermittelst einer Schraube, auf alle Fälle gerichtet werden kann.

Man kann auch einem Objectivglase von groser Brennweite ein Collectivglas, das ebenfalls erhaben ist, beysetzen, und mit beyden ein hohles Augenglas verbinden; und erhält dadurch ein gröseres Sehefeld, auch vorzügliche Helligkeit und Deutlichkeit. Das Augenglas, welches sich für das Vergleichungsglas des Objectiv- und seines Collectivglases schickte, wenn es einzel damit verbunden würde, wird auch hier am besten taugen.

Giebt man aber dem Objectivglase ein hohles Collectivglas, von einer grösern Brennweite und Breite, als ein hohles Augenglas sonst erfordert, und setzt diesen beyden Gläsern ein erhabenes Augenglas bey; so erhält man ein Sternrohr, wenn der Abstand des Hohlglases vom Objectivglase gröser ist, als der Unterschied der Brennweiten dieser beyden Gläser, und das gemeinschaftliche Bild derselben in den innern Brennpunkt des Augenglases zu stehen kommt.

Da alles, was von der Verbindung der Hohlgläser mit erhabenen hier gesagt worden, aus obigen Abhandlungen §. 87 ꝛc. §. 160 ꝛc. §. 226 ꝛc. leicht einzusehen ist; so halte für unnöthig, mich länger dabey aufzuhalten.

§. 246.

Es ist §. 224. und 225. gezeigt worden, wie man ein Sternrohr zur Vergröserung der nahen Gegenstände richten, und dieselbe berechnen könne. Macht man diese Einrichtung bequemer, als in dem Sternrohr geschehen kann, das nur zu entlegenen Sachen bestimmt ist: so erlangt man ein aus mehr als einem Glase bestehendes Vergröserungswerkzeug für nahe Sachen.

Soll es aber bequem und nützlich seyn; so mus es nicht lange werden, stark und zugleich auch nach Belieben weniger vergrösern, ein erträgliches Sehefeld haben, und doch darneben helle und deutlich zeigen.

Die Länge rührt vornehmlich her aus dem Abstande des Bildes vom Objectivglase, und dieser von der Brennweite des Objectivglases. Daher erwählt man hier ein Objectivglas von einer kleinen Brennweite, die selten über 2 Zolle und unter 1 Linie beträgt. Diese Gläßlein können nur eine sehr kleine Oeffnung haben, und müssen also nothwendig ein dunkelers Bild entwerfen, als die viel weiter geöffnete Vordergläser der Fernröhren. Man mus also die Brennweite des Augenglases hier mehrentheils gröser machen, als bey dem Stern- und Erdrohr nöthig war, sowol die nöthige Helligkeit zu erlangen, als auch demselben eine namhafte Breite zu einem erträglichen Sehefeld zu geben.

§. 247.

Tab. VII. Fig. 57

Es sey nun Fig. 57. AB ein Objectivglas von der Brennweite Cg = Ci = 1 Zoll, in einer etwas gröseren Entfernung CF = $1\frac{1}{3}$ Zoll stehe eine kleine Sache DE; so wird Cf, der Abstand des Bildes de vom Objectivglase, seyn $= \frac{CF \times Ci}{CF - Ci} = \frac{4 \times 3}{3 \times 1}$ = 4 Zoll §. 131.

Man setze ein Augenglas ab, welches die Brennweite cf = 2 Zoll hat, so weit vom Objectivglase, als die Summe der Entfernung Cf und der Brennweite cf beträgt, d. i. 6 Zolle weit; so wird das Bild de vermittelst paralleler Strahlen in das Aug o fallen, und also die Sache DE zwar verkehrt, aber von guten und weitsichtigen Augen deutlich und vergröfert gesehen werden.

Die wahre Entfernung durch die scheinbare dividirt, folglich die Vergröserung ist hier $= \frac{Cf}{Cf}$ wie bey dem Sternrohr, und also $\frac{4}{2} =$ 2malig. Aber bey dem Sternrohr konnte man aus C,c und o den Gegenstand mit blosen Augen allemal deutlich sehen, welches hier fast niemals möglich ist, weil er dem Auge allzunahe stehet. Daher mus man noch überdis den Abstand des ersten deutlichen Sehens vom Auge, das ist 8 Zolle, durch den Abstand CF der Sache vom Objectivglase dividiren, woraus hier $\frac{8}{1\frac{1}{3}} = \frac{8 \times 3}{4} =$ 6 entstehet, und die zween Quotienten 2 und 6, welche man durch diese Divisionen erhalten, ineinander multipliciren; wordurch man in dem angenommenen Fall eine $2 \times 6 = 12$ malige Diametral-Vergröserung erhält.

Man kann sich diese Vergröserung noch auf eine andere Art vorstellen. Die Gröse des Bilds de ist = Cf

$= \frac{Cf}{CF} = \frac{4}{1\frac{1}{3}} = \frac{4 \times 3}{4}$ = 3mal gröser als die Sache DE; es wird aber de noch überdiß durch das Augenglas vergrösert $\frac{8}{cf} = \frac{8}{2}$ = 4mal: folglich wird DE vergrösert 3×4 = 12mal, wie oben.

Es ist demnach ein Ding, ob man den Abstand der Sache vom Objectivglase, oder die Brennweite des Augenglases, mit 8″, der ersten deutlichen Erscheinung, vergleicht; und man findet diese Vergröserung auf einmal, wenn man den Abstand des Bildes vom Objectivglase in allen Fällen mit 8 multiplicirt, und das Product dividirt durch das Product der Entfernung des Gegenstands vom Objectivglase, und der Brennweite des Augenglases.

Dann es ist $\frac{Cf \times 8}{CF \times cf} = \frac{8 \times 4}{1\frac{1}{3} \times 2} = \frac{8 \times 4 \times 3}{2 \times 4}$ = 12malig, wie oben.

§. 248.

Die 60. Aufgabe.

Aus der gegebenen Vergröserung, die ein erhabenes Glas gewähren soll, die Brennweite dieses Glases zu finden.

Tab. VIII. Fig. 58

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Ziehet zwo unbestimmte Linien cd und cg unter einem beliebigen Winkel C, und traget auf jede derselben aus C einen in acht gleiche Theile getheilten rheinländischen Zoll Ca und Cd; auf eine derselben aber auch noch überdiß die gegebene Vergröserung Cb in eben solchen Theilen.
2. Verbindet das Ende des Zolls a, auf der einen Linie, mit b, dem letzten Punkte der Vergröserung, auf der andern Linie, durch die gerade Querlinie a b.
3. Ziehet aus dem Ende des Zolls d, auf der Linie, wo ihr die Vergröserung bemerkt habt, eine Parallele

allele dg mit ab; so schneidet diese, auf der entgegen gesetzten Linie, die Linie cg ab, welche die verlangte Brennweite des erhabenen Glases ist, das die gegebene Vergröserung gewähret. Z. E. die Vergröserung soll 6malig seyn; so ist Cb = 6, und cg wird seyn = $10\frac{2}{3}$ solcher Theile, deren 1 Zoll 8 hält, folglich = $\frac{32}{24}$ = $1\frac{1}{3}$ Zoll.

2) durch Rechnung.

Da 1 Zoll Brennweite 8mal vergrösert §. 214; so verhält sich die jedesmal gegebene Vergröserung zu der 8maligen; wie sich 1 Zoll Brennweite zu der gesuchten Brennweite verhält.

Und also dividiret, in allen Fällen, 8 durch die euch gegebene Vergröserung; so giebt der Quotient die verlangte Brennweite in Zollen.

Z. E. die gegebene Vergröserung sey 6 malig; so ist $\frac{8}{6}$ = $1\frac{1}{3}$ Zoll die Brennweite. Soll die Vergröserung 24 malig werden; so ist $\frac{8}{24}$ = $\frac{1}{3}$ Zoll die verlangte Brennweite des Glases.

§. 249.

Die 61. Aufgabe.

Aus der gegebenen Vergröserung ein Vergröserungs-Werkzeug, das aus zwey erhabenen Gläsern bestehet die nicht innerhalb eben derselben Brennweite stehen, nach seinen wesentlichen Theilen zu bestimmen.

Auflösung 1) durch Zeichnung.

1. Zerfället die gegebene Vergröserung in zween ungleiche Factores, und nehmet den kleinern Factorem für die Vergröserung des Augenglases an. Wenn die gegebene Vergröserung sich nicht wohl zerfällen läßt; so nehmet die nächst gröfere oder kleinere bequemere Zahl, z. E. an statt 31, 30 oder 32.

2. Suchet nach §. 248. aus dieser Vergröserung des Augenglases seine Brennweite in Zollen, durch Zeichnung.

3. Nehmet den grösern Factorem Nro 1. in eben so vielen Zollen, als er Einheiten enthält, für den Abstand des Bildes vom Objectivglase an, und einen dieser Zolle für den Abstand der Sache vom Objectivglase.

Tab. VII. Fig. 57

4. Nun ziehet Fig. 57. die Hauptaxe F t unbestimmt, und erwählet auf derselben einen Punkt c für den Ort des Augenglases.

5. Aus c traget die Nro 2 gefundene Brennweite des Augenglases in f; so habt ihr den Ort des Bildes.

6. Aus f in C traget den grösern Factorem Nro 1 und 3 in Zollen; so ist der Ort des Objectivglases bestimmt.

7. Stechet aus C in F einen Zoll ab; so habt ihr den Ort der Sache.

8. Traget $\frac{1}{3}$ cf aus c in a und b; so erlanget ihr die tüchtige Breite des Augenglases: und wenn ihr aus a und b die äusserste Seitenaxen aE und bD durch C bis an den Ort der Sache in F ziehet; so schneiden dieselben die Breite des Sehefelds DE ab.

9. Suchet aus cC, der Entfernung des einfallenden Strahls, und cf, der Brennweite des Augenglases, die Entfernung co des gebrochenen Strahls, nach §. 65. durch Zeichnung; so wird euch der Ort des Auges o bekannt.

10. Endlich suchet aus fc der Entfernung des gebrochenen, und FC der Entfernung des einfallenden Strahls, die Brennweite des Objectivglases nach §. 67. durch Zeichnung.

11. Zuletzt messet die Linie Co; so erlanget ihr auch noch die Länge dieses Vergröserungsglases.

2) durch Rechnung.

1. Zerfället die gegebene Vergröserung in zween ungleiche Factores, und nehmet den kleineren für die Vergröserung des Augenglases an.
2. Suchet nach §. 248. durch Rechnung aus dieser Vergröserung die Brennweite des Augenglases in Zollen.
3. Nehmet den grösern Factorem Nro 1. auch in Zollen für den Abstand des Bildes, und 1 Zoll für den Abstand der Sache, vom Objectivglase an.
4. Aus der Summe der Brennweite des Augenglases Nro 2, und des Abstands des Objectivglases vom Bilde Nro 3, suchet, vermittelst der Brennweite des Augenglases, die Entfernung des in diesem gebrochenen Strahls, nach §. 65, durch Rechnung, den Abstand des Auges vom Augenglase zu erlangen.
5. Suchet aus der Entfernung des einfallenden und gebrochenen Strahls, nämlich aus dem Abstande des Bildes und der Sache vom Objectivglase, die Brennweite dieses Glases, nach §. 67, durch Rechnung.
6. Multipliciret die Brennweite des Augenglases mit $\frac{2}{3}$; so erlanget ihr die tüchtige Breite desselben.
7. Multipliciret die geöffnete Breite des Augenglases mit dem Abstande der Sache vom Objectivglase, und dividiret das Product durch den Abstand beyder Gläser voneinander, der die Summe der Brennweite des Augenglases, und der Entfernung des Bildes vom Objectivglase ist, so habt ihr die Breite des Sehefelds.
8. Endlich bringet den Abstand des Bildes vom Objectivglase, die Brennweite des Augenglases, und die Entfernung des Augenglases von dem Ort des Auges in eine Summe; so ist euch auch vollends die Länge dieses Vergröserungs-Werkzeuges bekannt.

Z. E.

Z. E. Es sey die gegebene Vergröserung $36 = 4 \times 9$; so wird seyn
die Brennweite des Augenglases $= \frac{8}{4} = 2$ Zoll.
Die Breite desselben $= \frac{2 \times 2}{3} = 1\frac{1}{3}$ Zoll.
Der Abstand des Bildes vom Objectivglase $= 9$ Zoll.
Der Abstand der Sache vom Objectivglase $= 1$ Zoll.
Die Brennweite des Objectivglases $= \frac{9 \times 1}{9 + 1} = \frac{9}{10}$ Zoll.
Der Abstand des Auges vom Augenglase

$$= \frac{(9 + 2) \times 2}{9 + 2 - 2} = \frac{22}{9} = 2\frac{4}{9} \text{ Zoll.}$$

Die Breite des Sehefelds $\frac{\frac{4}{3} \times 1}{9 + 2} = \frac{4}{33}$ Zoll.
Die Länge des ganzen Werkzeugs $= 9 + 2 + 2\frac{4}{9}$
$= 13\frac{4}{9}$ Zoll.

§. 250.

Da ein jeder von den zween Factoribus der gegebenen Vergröserung eine besondere Vergröserung anzeigt; so ist eben nicht nöthig, daß beede Factores in einerley Maas, z. E. in Zollen angenommen werden; sondern man kann nur das Augenglas in Zollen bestimmen, den Abstand des Objectivglases aber vom Gegenstande und Bilde in Linien annehmen. Denn es würde die Vergröserung ebenfalls 36malig werden, wenn man den Abstand des Objectivglases von der Sache $= 1$ Linie, und vom Bilde $= 9$ Linien annähme, des Augenglases Brennweite aber $= 2$ Zoll behielte, weil dieses 4mal, und das Objectivglas eben auch $\frac{9}{1} = 9$mal, folglich beyde $4 \times 9 = 36$mal vergrösern würden, wie oben, wo lauter Zolle angenommen wurden.

Auch die Brennweite des Objectivglases würde $\frac{9}{10}$ Linie seyn, wie sie oben $\frac{9}{10}$ Zoll war. Nur würde das Werkzeug hierdurch viel kürzer werden, und auch der Ort des Auges würde sich ändern, wegen

des

des viel kleinern Abstands der Gläser voneinander, das Sehefeld hingegen würde gröser ausfallen.

Wollte man den Abstand der Sache vom Objectivglase gröser als 1 Linie z. E. 3 Linien gros annehmen; so dürfte man die vorige Verhältnis $\frac{9}{1}$ nur mit 3 multipliciren, da dann das Product $\frac{27}{3}$ im Zähler und Nenner den Abstand des Bildes und der Sache vom Objectivglase, dessen Brennweite sich auch nach diesen letztern Zahlen ändern müßte, anzeigen, die Vergröserung aber unverändert bleiben würde.

§. 251.

Diese Verbindung zweyer Gläser zur Vergröserung ist zwar in einigen Fällen wohl brauchbar; hat aber in mehreren Fällen namhafte Unbequemlichkeiten. Doch ist sie der Grund von allen andern, aus mehreren Gläsern zusammengesetzten, Vergröserungswerkzeugen, und daher ja nicht zu verachten. Tab. VII. Fig. 57

Je näher die Sache DE gegen den Brennpunkt des Objectivglases i rückt, desto stärker wird auch die Vergröserung, desto weiter aber mus auch das Augenglas vom Objectivglase abstehen, wordurch nicht nur das Sehefeld immer kleiner wird, sondern auch das ganze Werkzeug eine unschickliche Länge erhält, und die Helligkeit abnimmt.

Nimmt man ein Objectivglas von kleinerer Brennweite an; so wird zwar die Vergröserung stärker, wenn das Augenglas bleibt, das Sehefeld aber wird noch kleiner.

Verringert man die Brennweite des Augenglases; so mus es auch schmäler werden, welches abermal das Sehefeld kleiner macht, und wenn das Objectivglas eine kleine Brennweite hat, auch der Helligkeit einigermasen schadet, widrigenfalls aber die Vergröserung schwächt.

Man begegnet diesen Unbequemlichkeiten dadurch, daß man zwischen das Objectiv- und Augenglas ein, oder auch mehrere Gläser setzt auf folgende Art.

Tab. VII.

§. 252.

Fig. 59 Es bleibe Fig. 59. alles, wie es Fig. 57. angenommen worden; nur sey hier die Sache DE grösser, als daselbst: so wird de, das Bild von der Sache DE, zu groß seyn, als daß es von dem viel schmälern Augenglase könnte gefaßt werden. Eine vermehrte Breite des Augenglases würde auch eine grösere Brennweite erfordern, folglich die Vergrösserung sehr verringern.

Man leite also die äusserste Seitenaxen De und Ed durch ein Brechen auf das schmälere Augenglas ab, das ist, man setze ein erhabenes Glas $\alpha\beta$ zwischen das Objectivglas, und das von dem Objectivglase allein herrührende Bild de.

Dieses Zwischenglas oder Collectivglas $\alpha\beta$ mus so breit seyn, daß es die äussersten Seitenaxen De und Ed auffangen kann, deren Winkel $\alpha C\beta = DCE$ durch DE, die Breite des angenommenen Sehefelds, bestimmt wird. Die halbe Breite dreymal genommen zeigt die taugliche Brennweite dieses Glases an §. 32.

Stehet dieses Zwischenglas, wie in dieser Figur angenommen worden, genau um seine Brennweite $C\gamma$ vom Objectivglase ab: so werden die Seitenaxen, nach dem Brechen mit der Hauptaxe parallel. Erstreckt sich die Brennweite des Zwischenglases über das Objectivglas hinaus; so werden die gebrochene Seitenaxen von der Hauptaxe divergirend. Wenn aber das Zwischenglas über seine Brennweite vom Objectivglase abstehet; so werden sie gegen die Hauptaxe convergirend. §. 65. 76. Im ersten Fall wird das Bild und die Breite des Augenglases eben so groß, als die

geöff-

geöffnete Breite des Zwischenglases; im zweyten Fall gröser; im dritten aber kleiner.

Man ziehe aus γ, der Mitte des Zwischenglases, in e, den äussersten Punkt des Bildes de, die Linie γe; so bestimmt der Durchschnitt ε, in der gebrochenen äussersten Seitenaxe, den Ort und äussersten Punkt des Bildes $\delta\varepsilon$, welches das Objectivglas mit dem Zwischenglase gemeinschaftlich entwirft, durch Zeichnung.

Durch Rechnung aber sucht man den Punkt ζ, oder den Ort des Bildes vermittelst der Entfernung Cf des im Objectivglase gebrochenen Strahls Bf, und $C\gamma$ der Brennweite des Zwischenglases $\alpha\beta$. nach §. 64.

Die Vergröserung dieser drey verbundenen Gläser wird also gefunden:

Wenn man den gegebenen Fall richtig aufgezeichnet hat; so hat man nur nöthig die Sache DE mit dem Bilde $\delta\varepsilon$ vermittelst einerley Maasstabs miteinander zu vergleichen.

Wenn sie aber soll durch Rechnung gefunden werden; so ist

$$DE : de = CF : Cf \quad \text{und}$$
$$de : \delta\varepsilon = \gamma f : \gamma\zeta \quad \text{folglich}$$
$$DE : \delta\varepsilon = CF \times \gamma f : Cf \times \gamma\zeta,$$

und da die Sache DE in allen Fällen = 1. angenommen werden kann; so ist

$$\delta\varepsilon = \frac{Cf \times \gamma\zeta}{CF \times \gamma f}$$

Man findet also die Vergröserung, welche das Objectivglas mit dem Zwischenglase verbunden giebt, wenn man den Abstand des Bildes, welches das Objectivglas allein machen würde, multipliciret mit dem

de des Bildes, welches es mit dem Zwischenglase gemeinschaftlich entwirft, von dem Zwischenglase; und das Product dividirt durch den Abstand der Sache vom Objectivglase, multiplicirt mit dem Abstande des durch das Objectivglas allein entworfenen Bildes von dem Zwischenglase.

Wird nun die hier gefundene Vergröserung des Bildes mit der Vergröserung des Augenglases multiplicirt; so hat man die ganze Vergröserung dieses Werkzeugs.

Diese Berechnung wird viel leichter in dem besondern Fall, den die 59. Figur anzeigt, wo die äusserste Seitenaxen mit der Hauptaxe parallel gebrochen werden. Denn da ist das Bild $\delta\varepsilon$ der geöffneten Breite des Zwischenglases gleich, und es verhält sich hier

$$DE : \alpha\beta = CF : C\gamma. \quad \text{Also ist}$$

$$\alpha\beta = \delta\varepsilon = \frac{C\gamma}{CF}$$

Man findet also hier die Gröse des Bildes $\delta\varepsilon$, wenn man den Abstand des Zwischenglases vom Objectivglase durch den Abstand der Sache vom Objectivglase dividirt: und der erlangte Quotient, mit der Vergröserung des Augenglases multiplicirt, giebt die ganze Vergröserung des Werkzeugs.

Die Anfänger kommen bey den aus 3 Gläsern zusammengesetzten Vergröserungsgläsern am leichtesten zurechte, sonderlich in dem letzt angeführten besondern Fall, wenn sie nicht bey dem Sehefeld, oder übersehenen Breite des Gegenstands anfangen; sondern von C, oder dem Objectivglase an, auf der Hauptaxe drey beliebige gleiche Theile nacheinander forttragen, an den letzten Theilungspunkt einen von eben diesen Theilen rechtwinkelicht ansetzen, und aus C durch das

Ende

Ende des angesetzten Theils die äusserste Seitenaxe ziehen. Denn auf diese Art wird ein jeder Abstand des Zwischenglases vom Objectivglase die Brennweite desselben werden, wenn nur seine geöffnete Breite jedesmal die äusserste Seitenaxen berührt. Die Breite des Sehefelds ist alsdann $\frac{\alpha\beta \times CF}{C\gamma} - l$ das ist, man multiplicirt die Breite des Zwischenglases mit dem Abstande des Gegenstandes vom Objectivglase, und dividirt das Product durch die Brennweite des Zwischenglases.

Je gröser nun in diesem Fall der Abstand des Zwischenglases vom Objectivglase wird, desto gröser wird auch das Bild $\delta\varepsilon$, desto gröser aber mus auch die Brennweite und Breite des Augenglases werden, und folglich dessen Vergröserung desto geringer.

Der Fall, in welchem die Seitenaxen gegen die Hauptaxe convergirend gebrochen werden, giebt ein desto kleineres, aber desto helleres Bild, je weiter dieses von dem Zwischenglase abstehet; hingegen wird das Augenglas hier desto schmäler, und ist einer stärkeren Vergröserung fähig, da dann auf der einen Seite zuwächst, was auf der andern abgehet.

Wenn die Brennweite des Zwischenglases sich unter dem Objectivglase endiget; so werden die Seitenaxen von der Hauptaxe divergiren, und das Bild $\delta\varepsilon$ wird gröser werden, als in den andern beyden Fällen, aber das Augenglas wird desto breiter werden, und also, wegen seiner daraus fliessenden grösern Brennweite, desto weniger vergrösern.

§. 253.

T.VII Fig.59

Bisher wurde immer vorausgesetzt, daß die Sache, die man vergrösert sehen will, über den äussern Brennpunkt des Objectivglases hinaus stehe: man

kann aber auch den Gegenstand, mit nicht geringem Vortheil, zwischen das Objectivglas und seinen Brennpunkt setzen.

In diesem Fall werden alle Lichtstrahlen, die von einem Punkte der Sache auf das Objectivglas fallen, nach dem Brechen in demselbigen, divergirende, und können also kein positives Bild darstellen §. 122. es seye dann daß sie durch ein Zwischenglas nochmals gebrochen werden, welches also hier schlechterdings nothwendig wird.

Man stelle sich nun Fig. 59. vor, es seye CF die Brennweite des Objectivglases AB, und die Sache DE stehe in i; so wird der einfallende Strahl iB nach dem Brechen im Objectivglase divergiren, und sich also ruckwarts mit der Hauptaxe vereinigen. Diese Entfernung des gebrochenen Strahls bestimmt mit dem angenommenen Abstande des Zwischenglases vom Objectivglase, die Brennweite des Zwischenglases.

Denn dieser im Objectivglase gebrochene Strahl ist der einfallende auf das Zwischenglas. Wenn nun die Brennweite des Zwischenglases gröser wäre, als die Entfernung dieses einfallenden Strahls, oder, welches gleich viel ist, als die Summe der Entfernung des im Objectivglase gebrochenen Strahls und des Abstands des Zwischenglases vom Objectivglase: so würden alle im Zwischenglase gebrochene Strahlen noch divergirende bleiben. Wäre die Brennweite des Zwischenglases dieser Summe gleich: so würden die gebrochene Strahlen hinter dem Zwischenglase mit ihren Axen parallel werden, und in beyden Fällen kein hier brauchbares Bild entwerfen.

Es mus also die Brennweite des Zwischenglases allemal kleiner seyn, als die Entfernung des auf dasselbe einfallenden Strahls, oder als die Summe der Entfernung des im Objectivglase gebrochenen Strahls und des Abstands des Zwischenglases vom Objectivglase, wenn

anders

anders ein positives Bild entstehen soll, das von dem Augenglase kann aufgefangen werden.

Sie darf aber auch, von dieser äussersten Gränze an, noch kleiner angenommen werden; ja sie kann sich nicht über das Objectivglas hinaus erstrecken, wenn die Seitenaxen mit der Hauptaxe parallel, und nicht ganz dahin, wenn die Seitenaxen gegen die Hauptaxe convergirend gebrochen werden sollen.

Das Product dieser Brennweite des Zwischenglases, und der Entfernung des auf dasselbe hier allezeit divergirend einfallenden Strahls, dividirt durch den Unterschied dieser beyden Grösen, giebt den Abstand des gemeinschaftlichen Bildes vom Zwischenglase.

Das übrige hier nöthige wird eben so bestimmt, wie es §. 252. gezeigt worden.

§. 254.

Diese Einrichtung eines aus dreyen Gläsern bestehenden Vergröserungs-Werkzeugs, wo die Sache in der Brennweite des Objectivglases stehet, ist zwar von sehr guter Würkung: jedoch wird sie noch namhaft verbessert, wenn man zwey erhabene Gläser zwischen das Objectiv- und Augenglas setzt, wovon eines in der Brennweite des andern als ein Collectivglas stehet.

Man setzt das eine davon nahe gegen das Objectivglas, wo es nicht viel Breite nöthig hat, und desto dünner seyn kann; und giebt ihm eine Brennweite, die der Entfernung des darauf divergirend einfallenden Strahls gleich ist, wordurch die Strahlen mit ihren Axen parallel gebrochen werden.

Zwischen dieses Glas und das Augenglas wird noch ein erhabenes Glas gesetzt, von einer Brennweite, die der Entfernung der auf dieses dritte Glas,

nach dem Brechen im zweyten, einfallenden Seitenaxe gleich ist. Auf diese Art gehen die durch das erste Zwischenglas parallel gemachte Strahlen durch das zweyte zusammen, und die, nach dem Brechen im ersten, noch divergirende Seitenaxen, werden im zweyten mit der Hauptaxe parallel gebrochen. Will man die Seitenaxen auch convergirend haben; so entfernt man nur das zweyte Zwischenglas um etwas weiter von dem ersten.

Sucht man das Vergleichungsglas zu diesen beyden Zwischengläsern, nach §. 155; so handelt man mit diesem Vergleichungsglase völlig, wie bisher mit nur Einem Zwischenglase, wenn man die Vergröserung, das Sehefeld ꝛc. suchen will.

Die Erfahrung hat mich gelehret, daß dieses letzte aus 4 Gläsern bestehende Vergröserungsglas allen andern vorzuziehen sey; indem man mit einer starken Vergröserung ein namhaftes Sehefeld, eine gute Helligkeit und ungemeine Deutlichkeit, in einem kurzen Rohr vereinigen kann.

Wo der Gegenstand helle genug ist, da kann auch noch das fünfte Glas, als ein Collectivglas des Augenglases beygesetzt werden, eben so, wie oben bey den Fernröhren § 235. gezeigt worden.

In allen Fällen, wo die Sache zwischen dem Objectivglase und dessen Brennpunkte stehet, darf dieses selten eine kleinere Brennweite, als höchstens von einer Linie haben, grösere, bis auf einen Zoll Brennweite, sind sehr tauglich.

Alle aus mehr als einem Glase bestehende Vergröserungsgläser zeigen dem Auge den Gegenstand verkehrt; wo also etwas daran gelegen ist denselben aufrecht, wie mit blosen Augen, zu sehen, da mus er verkehrt unter das Objectivglas gelegt werden. Wer

diese

diese verkehrte Lage nicht wohl bedenkt; wird mehrere wahrhaftig vertiefte Theile des Gegenstandes erhaben, hingegen einige erhabene vertieft sehen. Denn er erblickt den Schatten der erhabenen Theile auf ihrer gegen das Licht gekehrten Seite, und den Schatten der hohlen auf der von dem Lichte abgekehrten; und also umgekehrt in dem Absehen auf die Lage, wie man sonst gewohnt ist aus dem Schatten das Erhabene oder Vertiefte zu schätzen. Daher dieser Augenbetrug sich auch in allen Sternröhren zeigt, wo das letzte Bild aufrecht in das Auge fällt, wenn man nahe Sachen damit betrachtet.

§. 255.

Hier könnte ich das erste Buch dieser Abhandlung von den Eigenschaften der sphärischen Gläser beschliessen; wenn ich nicht von mehreren Personen wäre ersucht worden, noch einen Abschnitt hinzu zu thun, und darinnen zu zeigen, wie man die Brennweite eines jeden sphärischen Glases, durch blose Versuche, genau, oder doch sehr nahe und leicht, finden könne. Ich wollte diesem Verlangen desto weniger entstehen, da die ganze Absicht dieser Abhandlung mehr auf die Ausübung, als auf die Theorie gerichtet ist.

Der eilfte Abschnitt.

Von der practischen Bestimmung der Brennweiten der sphärischen Gläser.

§. 256.

Die sphärischen Gläser sind entweder erhaben oder hohl, wenigstens nach ihrer Würkung betrachtet; und beyde Arten haben entweder kleine oder grose

Brennweiten. Eine jede Gattung erfordert besondere Vortheile in der practischen Bestimmung ihrer Brennweiten. Diese werden am sichersten gerechnet von der erhabenen Fläche an eines planconveren Glases, wenn diese, oder die ebene Seite gegen das einfallende Licht gekehrt wird; von der Mitte des Glases an, wenn es auf beyden Seiten gleich erhaben ist; und wenn das Glas ungleich erhaben ist, von dem Rande an, wo diese ungleiche Flächen einander würklich begegnen, oder sich durchschneiden würden, wenn sie weiter fortgesetzt würden; bis zu dem Brennpunkte des Glases.

§. 257.

Da sich die auf ein erhabenes Glas mit der Axe desselben parallel einfallende Strahlen in dem Brennpunkte des Glases vereinigen: so sind die Sonnenstrahlen am tüchtigsten, die Brennweiten der kleinern und mittlern Gläser praktisch zu bestimmen. Man bedeckt das Glas mit einem eben so grosen dicken und dunkeln Papier, und durchsticht dieses nicht weit, doch gleich weit, von der Mitte des Glases, mit einer starken Nadel wenigstens 2mal auf entgegengesetzten Seiten, hält das Glas mit der Bedeckung gegen die Sonne, und entfernt ein weisses Papyr so lange hinter dem Glase, bis die durch die Löchlein fallende Lichtstrahlen zusammengehen, und nur Einen hellen Punkt zeigen. Der Abstand des weissen Papyrs vom Glase ist sodann die Brennweite desselben.

Wenn das Glas, in Vergleichung mit seiner Brennweite, nicht breit ist; so kann man, ohne es zu bedecken, das kleinste helle Scheiblein, welches hinter dem Glase gefunden wird, und das Bild der Sonnen ist, als den Brennpunkt ansehen, und dessen Abstand vom Glase für die Brennweite annehmen. Wer das allzuhelle Licht dieses Sonnenbildes oder Brenn-

punkts

punkts, sonderlich bey kurzen Brennweiten scheuet; sehe dasselbe durch ein gefarbtes sonderlich blaues oder grünes Glas an, oder bediene sich hierzu des Lichts vom vollen Monde.

§. 258.

Es wird diese Arbeit sehr erleichtert durch einen etwa 4 Fuß langen vierecketen Maasstab, Fig. 60. Tab. VIII. Fig. 60. auf welchen von b an, auf jeder Seite ein weit bekannter Fuß, wie der Rheinländische, Pariser, Londner ꝛc. wenigstens in 4tel Zolle durchaus getheilt, getragen worden. In b ist ein Streifen bc von weissem Pappendeckel, oder noch besser von mattgeschliffenem und blau angeloffenem Eisen ꝛc. vermittelst der Stellschraube d rechtwinkelicht bevestiget, welcher nach der Gröse des Glases bald breiter, bald schmäler, und 3 bis 4 Zolle lang seyn mus. Richtet man nun das Ende a dieses Maasstabs gegen die Sonne, und bewegt ein erhabenes Glas mit bc parallel auf dem Maasstabe hin und wieder, bis sich das kleinste Lichtscheiblein auf dem Streifen bc zeigt; so schneidet der Ort des Glases die verlangte Brennweite auf dem Maasstabe ab.

§. 259.

Wenn das Glas eine gröfere Brennweite zeigt, als der Maasstab lang ist; so suchet ein Glas aus, dessen Brennweite ihr auf dem Maasstabe noch richtig messen könnet. Nun leget das unbekannte Glas unmittelbar auf das bekannte, welches am Besten in einer Fassung geschiehet, und suchet die gemeinschaftliche Brennweite dieser Gläser auf dem Maasstabe vermittelst der Sonnen. Hernach dividiret das Factum der beyden euch nun bekannten Brennweiten durch ihren Unterschied; so ist der Quotient die verlangte Brennweite des gröfern Glases. Z. E. die Brenn-

weite des bekannten Glases sey = 3 Schuh, die gemeinschaftliche aber = 2 Schuh; so ist $\frac{3 \times 2}{3 - 2} = 6$ Schuh die gesuchte Brennweite des grösern Glases.

Eben diese Art und Regel sind dienlich, wenn das unbekannte Glas hohl ist; nur mus die Brennweite des bekannten erhabenen Glases viel kleiner angenommen werden, als man die negative Brennweite des hohlen Glases ungefähr schätzet.

Z. E. das erhabene Glas sey von 3 Zoll Brennweite, die gemeinschaftliche = 4 Zoll; so wird des hohlen Glases Brennweite seyn = $\frac{4 \times 3}{4 - 3} = 12$ Zoll.

§. 260.

Tab. III. Fig. 17

Da das Licht, welches mit der Hauptaxe parallel auf ein Hohlglas ac Fig. 17. fällt, sich in der Brennweite des planconcaven Glases cF in nF, und in der Brennweite cq des auf beyden Seiten hohlen Glases in pq ausbreitet; und also jedesmal die gedoppelte Breite des Glases ac in F und q erhält: so reisset einen Cirkel mit dem Halbmesser, der der ganzen geöffneten Breite des hohlen Glases gleich ist, auf ein weisses Papier; richtet sodann das Glas gegen die Sonne, und bemerket den Ort hinter dem Glase, wo das divergirende Licht obigen Cirkel genau erfüllt: so ist der Abstand dieses Orts vom Glase die verlangte negative Brennweite des Hohlglases.

§. 261.

Man hat noch eine andere sehr nützliche Art, vermittelst der Sonnenstrahlen, sonderlich grösere Brennweiten der erhabenen und hohlen Gläser practisch zu finden; nehmlich durch die Spiegelbrennweiten der sphärischen Gläser.

Es wird in der Catoptrik erwiesen, und läßt sich leicht mit einem Lichtstrahl, in einem finstern Zimmer, auf

auf einem ebenen Spiegel, versuchen, daß der auf je- Tab.
de ebene Spiegelfläche ab Fig. 61. einfallende Licht- VIII.
strahl dc unter eben demselben Winkel, unter welchem Fig.61
er auf c eingefallen, aus c in cg abspringe; so daß
also der Winkel dca = gcb, oder, wenn man die
Vergleichung an dem Perpendickel cf macht, dcf =
gcf werde.

Nun werden zwar die auf ein Glas einfallende Strahlen wechselweise von der obern und untern Fläche desselben gebrochen und zurückgeworfen: doch geschiehet das Zurückwerfen am häufigsten von der untern Fläche; daher man hier auf diese vornehmlich zu sehen hat.

Es sey nun Fig. 62. ab ein planconveres Glas, Tab.
und dessen erhabene Fläche gegen die Sonne gekehrt, VIII.
cf = cg sey die dioptrische Brennweite des Glases, Fig.62
und es falle ein Sonnenstrahl da mit der Hauptaxe
parallel auf die erhabene Fläche in a ein; so gehet er
nach dem Brechen dem Brennpunkte g zu, und fällt
in der Richtung der Linie ha auf die untere ebene
Seite des Glases. Hier wird er zurückgeworfen, und
springt, da da senkrecht auf ab fällt, unter dem
Winkel daf = had ab, indem ac = hd = df ist.

Es ist also af der zurückgeworfene Strahl, welcher von a aus bis an die obere Fläche des Glases gerade fortgehet, und erst daselbst im Ausgang gebrochen wird. cf ist demnach die Entfernung des auf die obere Fläche einfallenden Strahls, und zugleich die Brennweite des Glases; folglich ist cF die Entfernung des gebrochenen Strahls, und zugleich die gesuchte Spiegelbrennweite $= \frac{cf \times cf}{2\,cf} = \frac{cf}{2}$ = der halben dioptrischen Brennweite des Glases.

Wenn also ein planconveres Glas auf der ebenen Seite als ein Spiegel belegt wird; so ist der

Fall

Fall dem erstgemeldeten ganz gleich; und dieser Spiegel wird eine Brennweite zeigen, die der halben dioptrischen Brennweite des unbelegten Glases gleich ist.

Ja man lege ein jedes auf beyden Seiten erhabenes Glas auf einen ebenen Spiegel; so wird die Spiegelbrennweite ebenfalls die Hälfte von der dioptrischen seyn. Doch ist die Dicke des Glases nicht mit eingerechnet.

§. 262.

Der Spiegelbrennpunkt von der untern Fläche eines Hohlglases ist nicht zu nutzen, weil die davon abspringende Strahlen auf die dem Lichte entgegengesetzte Seite fallen: Doch reflectirt die obere hohle Fläche sehr lebhafte Strahlen, die einen deutlichen Brennpunkt machen. Diese aber sind nur als solche anzusehen, die in einem Hohlspiegel, ohne Refraction, reflectirt werden; wo nach catoptrischen Gründen die Spiegelbrennweite der 4te Theil des Diameters der Höhlung ist. Da nun die negative Brennweite eines planconcaven Glases ebenfalls dem Diameter seiner Höhlung gleich ist: so giebt die vierfache Spiegelbrennweite die negative dioptrische Brennweite dieses planconcaven Glases.

§. 263.

Wenn man nun die Spiegelbrennweiten der übrigen erhabenen und hohlen Gläser nach der angezeigten Art sucht, und dabey nur wohl merkt, daß das Perpendickel auf sphärischen Flächen ihr Radius seye: so wird sich zeigen, daß die dioptrische Brennweiten der sphärischen Gläser, aus ihren Spiegelbrennweiten durch folgende Regeln können bestimmt werden.

Multipliciret die Spiegelbrennweite

1. eines planconvexen Glases

a) wenn die ebene Seite reflectirt, als die untere, mit 2.

b) Wenn

b) Wenn die erhabene Seite, als die untere, reflectirt, mit 6.

2. Eines planconcaven Glases, mit 4.
3. Eines auf beyden Seiten gleich erhabenen Glases, mit 4.
4. Eines auf beyden Seiten gleich hohlen Glases, mit 2.
5. Dividiret das Product der beyden Spiegelbrennweiten eines auf beyden Seiten ungleich erhabenen Glases durch ihre Summe, und multipliciret den Quotienten mit 8.
6. Dividiret das Product der beyden Spiegelbrennweiten eines auf beyden Seiten ungleich hohlen Glases durch ihre Summe, und multipliciret den Quotienten mit 4.

§. 264.

Ein gutes Aug, und das fehlerhafte Weitsichtige, sehen vermittelst paralleler Strahlen deutlich, und also auch die Sache, welche in dem Brennpunkte eines erhabenen Glases liegt, weil diese ihnen ebenfalls vermittelst paralleler Strahlen in das Aug fällt.

Diese Augen dürfen also nur das Glas nahe an das Auge halten, und von demselben einen Gegenstand so weit entfernen, bis sie ihn letztmals völlig deutlich erblicken: so ist der Abstand dieses Orts vom Glase die verlangte Brennweite des Glases.

Wenn ein Kurzsichtiger eben das Hohlglas, durch welches er in eine grose Entfernung deutlich siehet, auf das erhabene Glas, dessen Brennweite er suchen will, unmittelbar legt, und durch beyde Gläser zugleich die letzte deutliche Erscheinung einer Sache hinter den Gläsern bemerkt: so ist er in dem Fall des Weitsichtigen, und der Abstand der letztmals deutlich gesehenen Sache von den beyden Gläsern, ist auch hier die Brennweite des erhabenen Glases. Doch ist diese

Art

Art nur recht brauchbar bey kleinern Brennweiten, bis etwa auf 2. Fuß.

§. 265.

Die Camera obscura ist ein gutes Mittel sonderlich die gröseren Brennweiten der erhabenen Gläser zu finden.

Man setze das Glas in die Oeffnung der finstern Cammer, gegen eine Sache, deren Abstand vom Glase genau bekannt ist, welcher nicht mehr als etwa 30 Fuß betragen mag, aber auch geringer seyn darf. Hierauf entferne man ein weisses Papier ꝛc. so weit vom Glase, bis sich der angenommene gemessene Gegenstand völlig deutlich darauf abbildet, und messe nun auch den Abstand des deutlichen Bildes vom Glase genau: so ist der Abstand der Sache die Entfernung des einfallenden, und der Abstand des Bildes die Entfernung des gebrochenen Strahls. Dividiret man das Factum dieser beyden Entfernungen durch ihre Summe; so zeigt der Quotient die Brennweite des Glases an. Z. E. es sey der Abstand der Sache = 20 Schuh, der Abstand des Bildes = 10 Schuh; so ist $\frac{20 \times 10}{30}$ $= \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3}$ Schuh = der gesuchten Brennweite des Glases.

Hat das Glas eine gröfere, als etwa 6 bis 7 schuhige Brennweite; so lege man solches unmittelbar auf das schon genau bekannte z. E. 6 schuhige Glas, und suche, wie oben den Abstand des Bildes von diesen verbundenen Gläsern, behalte aber die vorige Sache, deren Abstand gemessen worden. Hierauf dividire man das Product dieser beyden bekannten Entfernungen durch ihre Summe: so erlangt man beyder Gläser gemeinschaftliche Brennweite.

Multipliciret diese letztere mit der euch bekannten Brennweite des einen Glases, und dividiret das Product durch den Unterschied derselben: so zeigt der

Quotient

Quotient die verlangte Brennweite des andern Glases. Z. E. Es sey die Entfernung der Sache = 20 Schuh, die Entfernung des gemeinschaftlichen Bildes = 5 Schuh; so ist $\frac{20 \times 5}{25}$ = 4 Schuh = der gemeinschaftlichen Brennweite beyder Gläser. Nun sey ferner die Brennweite des einen Glases = 6 Schuh; so ist $\frac{6 \times 4}{2}$ = 12 Schuh die gesuchte Brennweite des grösern Glases.

§. 266.

Der allersicherste Weg aber, die Brennweiten der sphärischen Gläser am genauesten zu finden, ist, wenn man ein unbekanntes Glas mit einem richtig bekannten in ein Rohr faßt, das aus etlichen Stücken bestehet, die sich ineinander verschieben lassen, und sie wie die Gläser in einem Fernrohr ordnet.

Unbekannte Gläser von kleinen Brennweiten werden als Augengläser mit einem bekannten Objectivglase verbunden. Wenn nun ein in die Ferne gut sehendes Aug, oder ein kurzsichtiges, das mit dem Hohlglase versehen ist, wordurch es in eine grose Entfernung deutlich siehet, durch das Rohr den Mond oder eine sehr entfernte andere Sache, vermittelst Verschiebung der ineinander gehenden Röhren deutlich erblicket: so mißt man den Abstand der beyden Gläser voneinander, und ziehet die bekannte Brennweite des Objectivglases von diesem Abstande ab, wenn das Augenglas erhaben ist; der Rest ist die verlangte Brennweite des Augenglases.

Ist das Augenglas hohl; so verfährt man auf gleiche Weise, nur wird alsdann der Abstand der Gläser voneinander von der bekannten Brennweite des Objectivglases abgezogen.

Will man aber eine grose Brennweite untersuchen; so mache man das Glas zum Objectivglase, und setze ihm ein Augenglas von bekannter Brennweite bey. Ist nun dieses Augenglas erhaben; so ziehe man seine Brennweite von dem Abstande beyder Gläser voneinander ab: ist aber das Augenglas hohl; so addirt man seine Brennweite und den Abstand beyder Gläser voneinander. In jenem Fall giebt der Unterschied; in diesem aber die Summe, die verlangte Brennweite des grösern Glases, das als ein Objectivglas eingesetzt worden.

Hat endlich das unbekannte Glas eine grösere Brennweite, als daß sie auf diese Art könnte gefunden werden, entweder aus Mangel oder Unbequemlichkeit eines so langen Rohrs: so macht man es, wie §. 265. in solchem Fall bey der Untersuchung in der Camera obscura gezeigt worden. Man legt nehmlich das unbekannte Glas unmittelbar auf ein kleineres bekanntes Objectivglas, und wenn man vermittelst eines bekannten Augenglases die gemeinschaftliche Brennweite beyder Objectivgläser gefunden; so sucht man, aus dem einen bekannten Objectivglase, und der erstgefundenen gemeinschaftlichen Brennweite, die verlangte Brennweite des andern, gänzlich auf die §. 265. angeführte Art.

Zu einem ganz richtigen Versuch von dieser Art werden nicht nur tüchtige Probröhren mit einem Gestelle erfordert; sondern es mus auch das Objectivglas eine taugliche Bedeckung erhalten, die keine allzugrose Oeffnung läßt, und das Seheloch wird am besten in ein besonderes Rohr vestgemacht, daß man es vom Augenglase an nach den verschiedenen Brennweiten desselben ausziehen kann.

Das

Das zweyte Buch.

Von dem Gebrauch und Nutzen der sphärischen Gläser.

Der erste Abschnitt.

Von dem Gebrauch der sphärischen Gläser, einige Fehler der Augen zu verbessern.

§. 267.

Man gebraucht die sphärischen Gläser, theils einige Fehler der Augen zu verbessern; theils die natürliche Schranken aller, auch der guten, Augen zu erweitern, und zwar dieses in dem Absehen auf nahe oder entfernte Sachen; theils zu mancherley andern Vortheilen in den Künsten, und in dem gemeinen Leben.

§. 268.

Die sphärischen Gläser können nicht mehr thun, als den in das Aug fallenden Lichtstrahlen eine andere Richtung geben. Wenn also der Augenfehler nur in einer falschen Richtung der Lichtstrahlen bestehet; so ist durch Gläser eine Hülfe möglich, und dieser Fall ist vorhanden

1. Wenn zwar alle zum Sehen nöthige Theile des Auges vorhanden und gut sind; aber immer in einerley Stande gegeneinander bleiben, oder doch nur einer sehr geringen und unzulänglichen Veränderung fähig sind.

2. Wenn besonders der Augstern sich nicht mehr verändern läßt, sondern immer einerley Oeffnung behält.

3. Wenn das Aug für kleine Gegenstände unempfindlich wird.

4. Wenn beyde Augen nicht vermögend sind auf eben denselben Gegenstand genau zu treffen, und ihre Sehearen daselbst zu vereinigen.

5. Wenn die crystallene Feuchtigkeit ganz mangelt.

§. 269.

Es ist oben §. 184. 185. schon angezeigt worden, welche Fehler sich an einem Auge äussern, deme das Vermögen sich zu verändern mangelt; nehmlich die Weitsichtigkeit, Ueberweitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit. Nun ist zu zeigen, wie diese Fehler durch sphärische Gläser zu verbessern seyen.

Tab. VIII. Fig. 63

Es sey Fig. 63. ein halbes sphärisches Glas in c a, ohne noch zu bestimmen, ob es hohl oder erhaben, und f M sey seine Hauptare. Ein Kurzsichtiger, der das Aug an das Glas in c hält, soll über P hinaus mit blosem Auge nichts mehr deutlich sehen, aber ein Glas wünschen, durch welches er eine in M liegende Sache deutlich zu sehen vermöchte. Er verlangt also die Brennweite eines Glases zu wissen, welches den darauf einfallenden Lichtstrahl M a dergestalten bricht, daß der gebrochene Strahl a m werde, und die Richtung P m bekomme, folglich die Sache in M nach eben dem Winkel f P m in das Aug falle, unter welchem sie das blose Aug, wenn sie in P läge, noch deutlich erblikken würde.

Hingegen der Weitsichtige, der sein Aug ebenfalls in C hält, soll eine Sache, die ihm näher stehet als in M, nicht mehr deutlich sehen, aber

ver-

verlangen, diese Sache in P und also näher deutlich sehen zu können.

Es verlangt demnach dieser, die Brennweite eines Glases ac zu wissen, welches den darauf einfallenden Lichtstrahl Pa so bricht, daß der gebrochene Strahl ap werde, und also die Richtung Mp erlange; folglich die Sache in P unter eben dem Winkel fMp in sein Auge falle, unter welchem er sie in M, als dem kleinsten Abstande für sein deutliches Sehen, noch deutlich gesehen hatte.

Beyde begehren, aus der Entfernung des einfallenden und gebrochenen Strahls, die Brennweite des Glases zu finden. Diese gegebene Strahlen divergiren hier beyde von der Axe, und die Brennweite des Glases wird durch einerley Regel §. 73. gefunden, wenn man die beyde gegebene Entfernungen ineinander multiplicirt, und das Product durch ihren Unterschied dividirt.

Ob aber diese gefundene Brennweite zu einem erhabenen oder hohlen Glase gehöre, das entscheidet die Anmerkung §. 51. Die von dem Kurzsichtigen angegebene Entfernung des gebrochenen Strahls ist kleiner, als seine angegebene Entfernung des einfallenden; also mus er ein Hohlglas von der gefundenen Brennweite gebrauchen.

Hingegen giebt der Weitsichtige eine grösere Entfernung des gebrochenen als des einfallenden Strahls an; folglich mus er ein erhabenes Glas nutzen, das die gefundene Brennweite hat.

§. 270.

Der Ueberweitsichtige, deren es sonderlich unter dem betagten Landvolk mehrere giebt, als man insgemein vermuthet, siehet zwar nähere und entferntere Dinge, kann sie auch, sonderlich letztere,

noch erträglich unterscheiden wenn sie groß sind; allein er siehet alle undeutlich, und kleinere Gegenstände sind ihm völlig verwirrt und unerkennlich. Denn er siehet sie nur vermittelst convergirender Strahlen, die niemals von eben demselben Punkte der Sache ausgehen.

Tab. VIII. Fig. 64

Ein solcher convergirend einfallender Strahl ia Fig. 64. vereinigt sich, in gerader Linie fortgezogen, mit der Axe IR nicht vor dem Auge, wie bey dem Kurzsichtigen, oder in unendlicher Entfernung bey dem Weitsichtigen; sondern in einer endlichen Entfernung z. E. cI hinter dem Auge, welche desto kleiner seyn mus, je stärker die Weitsichtigkeit ist.

Nun verlangt der Ueberweitsichtige die Brennweite eines Glases zu finden, durch welches er in c eine Sache, die in einem gegebenen Ort R liegt, deutlich sehen könnte, vermittelst divergirender Strahlen, unter einem vor dem Auge liegenden Winkel c R a.

Wenn er beyde Entfernungen, des einfallenden convergirenden, und des gebrochenen divergirenden Strahls, cI und cR, richtig angeben kann; so hat er nur nöthig nach §. 67. zu handeln, und das Product der angegebenen Entfernungen durch ihre Summe zu dividiren, wenn er in dem Quotienten die ihm taugliche Brennweite des Glases finden will, das ein erhabenes seyn mus, weil hier nicht beyde gegebene Strahlen, wie bey dem Weit- und Kurzsichtigen, divergirende sind.

Allein wie kann er cI, die Entfernung des ihm einfallenden Strahls, richtig angeben, da er mit blosen Augen nirgend nichts deutlich siehet? Es bleibt hier kein sicheres Mittel übrig, als ein Versuch mit einem erhabenen Glase.

Ich untersuchte die Brennweiten ihrer gewohnten Brillen, und bemerkte, wie weit sie einen Gegenstand, z. E. eine Münze, Schrift ꝛc. über die Brennweite der Brille hinaus halten mußten, bis sie solchen deutlich sahen. Dadurch erhielt ich eine Entfernung cR, in welcher sie durch das Glas würklich deutlich sahen, und weil mir darneben die Brennweite des Glases bekannt war; so konnte ich, nach §. 65. die Entfernung cI finden. Es sind mir zween etlich und 60jährige Männer vorgekommen, deren Brillen 1 Schuh Brennweite hatten, und die erst in fast 2 Schuh Entfernung vom Auge, durch ihre Brillen, die Sachen deutlich sahen.

§. 271.

Diese Umstände des überweitsichtigen Auges veranlaßten mich, ein besonderes Werkzeug zu verfertigen, mit dessen Hülfe alle Arten der Augen die Schranken ihres Sehens finden, und nach einem Maasstabe bequem, auch zum Hauptzwecke hinlänglich, angeben können.

Meine Freunde, die es gesehen und versucht, nennten es einen **Augenmesser**; und man vergönne mir, diesen Namen im folgenden zu gebrauchen, wenn es denselben gleich nach der Schärfe nicht verdient. Ich will hier die Beschaffenheit, Verfertigung, und den Gebrauch desselben kürzlich, doch so anzeigen, daß er auch den Anfängern begreiflich werde.

§. 272.

Da die Lichtstrahlen, welche aus dem Brennpunkte M Fig. 63. eines jeden erhabenen Glases ac, auf dasselbe fallen, nach dem Brechen mit ihren Axen parallel fortgehen, §. 77; so sind in der Brennweite eines jeden erhabenen Glases alle divergirende Strahlen enthalten, die von den Parallelen an in das blos-

Tab. VIII. Fig. 63

se Aug einfallen können. Ueber die Brennweite hinaus aber gehen diejenigen Strahlen divergirend aus der Axe des Glases, welche in das blose Aug convergirend einfallen; oder wenn die Entfernung des convergirend einfallenden Strahls hinter dem Auge als die Entfernung eines auf ein erhabenes Glas einfallenden betrachtet wird, und gröser ist als die Brennweite; so wird die Entfernung des gebrochenen Strahls auch gröser als die Brennweite seyn.

Wenn also das an ein erhabenes Glas nahe gehaltene Aug eine in dem Brennpunkte, oder innerhalb, oder ausserhalb desselben liegende Sache erstmals oder letztmals deutlich siehet: so ist es eben so viel, als wenn das blose Aug die Sache im ersten Fall vermittelst der parallelen, im andern vermittelst der divergirenden, und im dritten vermittelst der convergirenden Lichtstrahlen gesehen hätte.

Will man also aus der gegebenen Brennweite c M eines erhabenen Glases a c, und der gegebenen Entfernung c P, einer Sache P, die das in c gesetzte Aug durch das Glas deutlich siehet, die Entfernung finden, in welcher eben dieses Aug die Sache ohne das Glas deutlich sehen würde: so verlangt man, aus der Brennweite und Entfernung des gebrochenen Strahls, die Entfernung des einfallenden zu finden; folglich dividirt man das Factum der gegebenen Brennweite und Entfernung durch ihren Unterschied. §. 65.

Und dieses gehet nicht nur bey den Entfernungen an, welche noch in die Brennweite fallen; sondern auch bey denen, die über die Brennweite c M hinaus reichen, und convergirende Strahlen anzeigen.

§. 273.

Dieses vorausgesetzt, erwähle man ein tüchtiges Glas zum beständigen Gebrauch.

Es

Es mus ein erhabenes seyn, und man nimmt vorzüglich ein auf beyden Seiten gleich erhabenes, damit verschiedene Lagen desselben keinen Irrthum machen. Es darf nur etwa einen halben Zoll breit seyn, darneben aber dünne, daß der Abstand des Brennpunkts desto sicherer werde. Es soll weder eine allzugrose, noch allzukleine Brennweite haben, weil es sonst im ersten Fall unbequem, und im andern nicht pünktlich wird.

Ein Glas, welches von der Mitte seines Rands an genau eine Brennweite von vier Zollen zeigt, die übrigens beliebig aus den vorhandenen bekanntesten können angenommen werden, wird alle erforderte Eigenschaften gewähren.

Es ist zum Zwecke hinlänglich, wenn die Brennweite dieses Glases in Linien getheilt wird. Man giebt ihr also 48 Linien; und so stehet die erste Linie, vom Brennpunkte an, 47 Linien vom Glase ab, die zwote 46 Linien, u. s. f.

Man suche nach §. 272. für eine jede Linie den gebrochenen Strahl; so erhält man die Entfernungen, in welchen das bloße Aug eben die Sache noch deutlich siehet, die es durch das Glas, in diesen Linien liegend, deutlich gesehen hatte. Man erlangt sie aber ebenfalls in Linien, welche man nach Belieben in Zolle, Schuhe ꝛc. verwandeln kann.

Z. E. Wenn ein Aug eine kleine Sache, die in der ersten Linie vom Brennpunkte an liegt, erstmals deutlich siehet: so siehet dieses Aug ohne Glas in keine grösere Entfernung deutlich, als auf $\frac{48}{48} \frac{\times}{-} \frac{47}{47}$ Linien, = 188 Zolle; wenn auch gleich der Gegenstand nach der Verhältnis dieser Entfernung gröser wäre.

Ueber den Brennpunkt hinaus ist die erste Linie die 49te, die zwote die 50te vom Glase an, u. s. w.

und also wenn die Sache in der ersten Linie über den Brennpunkt hinaus deutlich erscheint; ist die Entfernung des gebrochenen Strahls $\frac{49 \times 48}{49 - 48}$ = 2352 Linien = 196 Zolle. Das ist, der ins blose Aug einfallende Strahl vereinigt sich mit der Axe im 196 Zoll hinter dem Auge.

§. 274.

Da fast alle vorkommende Fälle in die halbe Brennweite vom Brennpunkt an gegen das Glas, und eben so weit über den Brennpunkt hinaus fallen: so habe ich beystehende Tabelle eben so weit berechnet für ein erhabenes Glas von 4 Zoll Brennweite. Wem ein gröseres oder kleineres Glas beliebt; der kann die gegenüberstehende Tabelle nach §. 273. leicht berechnen.

§. 275.

Die 62. Aufgabe.

Einen Augenmesser zu machen.

Auflösung.

Tab. VIII. Fig. 65

1. Verfertiget ein Rohr a b c d Fig. 65. 8 Zolle lang, und im Diameter 1 Zoll dick; hernach machet noch ein zweytes Rohr, das sich im erstern leicht verschieben läßt, dannoch aber in jedem Stande unbeweglich hält, und ein wenig länger als das erstere ist, weil es einen Angriff haben mus.

2. Setzet ein auf beyden Seiten gleich erhabenes, und nur $\frac{1}{2}$ Zoll breites Glas, dessen Brennweite genau vier beliebige Zolle erfüllet, so weit oben als es möglich ist, in das äussere Rohr ein, und schneidet das Stück m n p q aus diesem Rohr heraus, daß es so weit für das Licht ganz geöffnet sey.

3. Das

Linien über und unter dem Brennpunkte des Glases.	Zolle für Weitsichtige und Kurzsichtige.	Zolle für Ueberweitsichtige.
0	Unendlich	Unendlich
1	188	196
2	92	100
3	60	68
4	44	52
5	$34\frac{2}{5}$	$42\frac{2}{5}$
6	28	36
7	$23\frac{3}{7}$	$31\frac{3}{7}$
8	20	28
9	$17\frac{1}{3}$	$25\frac{1}{3}$
10	$15\frac{1}{5}$	$23\frac{1}{5}$
11	$13\frac{5}{11}$	$21\frac{5}{11}$
12	12	20
13	$10\frac{10}{13}$	$18\frac{10}{13}$
14	$9\frac{5}{7}$	$17\frac{5}{7}$
15	$8\frac{4}{5}$	$16\frac{4}{5}$
16	8	16
17	$7\frac{5}{17}$	$15\frac{5}{17}$
18	$6\frac{2}{3}$	$14\frac{2}{3}$
19	$6\frac{2}{19}$	$14\frac{2}{19}$
20	$5\frac{3}{5}$	$13\frac{3}{5}$
21	$5\frac{1}{7}$	$13\frac{1}{7}$
22	$4\frac{8}{11}$	$12\frac{8}{11}$
23	$4\frac{8}{23}$	$12\frac{8}{23}$
24	4	12

3. Das innere Rohr verschliesset oben mit einem ebenen Boden, doch lasset einen ganz niedern Rand, nur etwa $\frac{1}{6}$ Linie hoch vorstechen.

4. Ueberstreichet diesen Boden mit einem satten Leim, und bestreuet ihn sogleich mit einigen beständigen Kleinigkeiten, sonderlich mit Pflanzen-Saamen, die wie der Maag-Salat-Saame ꝛc. einen Model haben. Oder leget nur auf diesen Boden, ein Stücklein seidenen Zeugs von mancherley Farben ꝛc.

5. Stecket das innere Rohr so weit ein, bis das bevestigte Glas tu seinen von der Sonne gemachten Brennpunkt genau auf dessen Boden, oder vielmehr auf die darauf bevestigte Gegenstände wirft, die eigentlich mit dem Rande gleich liegen sollen. Merket diesen Ort des Brennpunkts sorgfältig auf dem äussern Rohr, und bezeichnet ihn daselbst mit o.

6. Theilet den Raum von der Mitte des Glases tu an bis zu der o genau in 4 gleiche Theile oder Zolle; traget 2 davon über, und 2 unter die o. und theilet ferner jeden dieser 4 Zolle in 12 gleiche Theile oder Linien, auf jeder Seite des Ausschnitts.

7. Bezeichnet diese Linien von der o an mit 1, 2, 3 ꝛc. bis 24 über und unter der o; die Zolle aber mit I, II: so ist die nöthige Scale fertig.

8. Auf die abgekehrte Seite des äussern Rohrs schreibet die S. 219. eingerückte Tabelle: so ist alles geschehen, was zu diesem Werkzeuge erfordert wird.

§. 276.

Die 63. Aufgabe.

Den Augenmesser §. 275. richtig zu gebrauchen.

Auflösung.

Tab. VIII. Fig. 65

1. Haltet das Auge ganz nahe an das Glas tu, richtet den Ausschnitt mnpq gegen das Licht, und stellet den Gegenstand Anfangs auf o. Sehet ihr da-

daselbst völlig deutlich; so hat euer Aug in die Ferne keine Schranken.

2. Schiebet nun den Gegenstand über die o. hinauf so weit fort, bis ihr mit unverrücktem Auge die letzte völlige Deutlichkeit ohne Nebel findet, und bemerket den neben dem Gegenstande auf der Scale bezeichneten Grad.

3. Suchet diesen Grad in der ersten Columne der Tabelle S. 219. auf; so zeigt die in der zwoten Columne darneben stehende Zahl die Schranken eures Auges in die Nähe, und zwar in eben solchen Zollen, die auf der Scale des Augenmessers sind angenommen worden.

Ist diese letztere Zahl nicht gröser, oder noch kleiner als acht Zolle; so ist euer Aug, das ihr gemessen, gesund und gut, so wol in die Nähe, als auch in die Ferne.

4. Findet ihr aber die erste und letzte Deutlichkeit der Sache zwischen der o und dem Glase; so ist euer Aug kurzsichtig, und ihr findet die Zolle eurer beyden Schranken ebenfalls in der 2ten Columne der Tabelle S. 219. in Zollen, neben den in der ersten Columne aufgesuchten Graden, die ihr auf der Scale bemerkt habt.

5. Welches Aug die Sache nur in ihrem Stande auf der o, oder nur darneben noch auf etlichen Graden über der o, und weiter hinauf und herunter nirgends mehr deutlich siehet; das ist weitsichtig, und man findet seinen innern Gesichtsschranken wiederum in der 2ten Columne der Tabelle, neben seinem auf der Scale beobachteten Grad, in der ersten Columne der Tabelle.

6. Zeigt sich endlich der Gegenstand eurem Auge auf und über der o gar nicht deutlich, sondern erst und allein unter derselben; so ist es überweitsichtig. Und wenn ihr den Grad eures deutlichen Sehens,

den die Scale angezeigt, in der ersten Columne der Tabelle aufsuchet; so findet ihr darneben in der dritten Columne, in Zollen, die Entfernung des Punkts hinter eurem Auge, wo die convergirende Strahlen, vermittelst deren ihr mit blosem Auge, obschon nicht deutlich, sehet, mit der Axe zusammentreffen, oder den Grad eurer Weitsichtigkeit.

7. Versuchet alles obige auch an dem andern Auge, weil selten beyde ganz einerley Grad haben; und untersuchet beyde Augen zu verschiedenen Zeiten, weil sich ihr Grad mit der Zeit oft sehr verändert.

§. 277.

Die 64. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung, in welcher ein Kurzsichtiger letztmals in die Ferne gut siehet, und der gröseren Entfernung, in welcher er deutlich sehen will, die Brennweite des Hohlglases zu bestimmen, das ihm zu seiner Absicht taugt.

Auflösung.

Dividiret das Factum der gegebenen beyden Entfernungen durch ihren Unterschied; so giebt der Quotient die verlangte Brennweite.

Z. E. die beyden gegebenen Entfernungen seyen = 8 Zoll und 20 Zoll; so ist $\frac{20 \times 8}{20 - 8} = \frac{160}{12} = 13\frac{1}{3}$ Zoll = der gesuchten Brennweite des Hohlglases.

§. 278.

Die 65. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung, in welcher ein Weitsichtiger, oder auch ein Kurzsichtiger, letztmals in die Nähe deutlich siehet, und der kleineren Entfernung, in welcher er deutlich sehen will, die Brenn-

weite

weite des erhabenen Glases zu bestimmen, welches seinem Verlangen genug thut.

Auflösung.

Dividiret abermal das Factum der beyden gegebenen Entfernungen durch ihren Unterschied.

Z. E. die beyden gegebenen Entfernungen seyen = 60 Zoll und 20 Zoll; so ist $\frac{60 \times 20}{60 - 20} = \frac{1200}{40}$ = 30 Zoll. So gros mus also die verlangte Brennweite des erhabenen Glases werden.

§. 279.

Die 66. Aufgabe.

Aus der gegebenen Entfernung von dem Auge des Ueberweitsichtigen, in welcher die ihm in das bloße Aug fallende convergirende Strahlen hinter demselben zusammentreffen, und der Entfernung in welcher er deutlich zu sehen wünscht, die Brennweite des erhabenen Glases zu bestimmen, welches die verlangte Deutlichkeit gewährt.

Auflösung.

Dividiret das Factum der beyden gegebenen Entfernungen durch ihre Summe.

Z. E. die beyden gegebenen Entfernungen seyen = 20 Zoll und 16 Zoll; so ist $\frac{20 \times 16}{20 + 16} = \frac{320}{36}$ = $8\frac{8}{9}$ Zoll = der gesuchten Brennweite des erhabenen Glases.

§. 280.

Wenn der Kurzsichtige und der Ueberweitsichtige den entferntesten Grad vom Glase, auf der Scale des Augenmessers, in welchem sie die Sache noch deutlich sehen, in der ersten Columne der Tabelle aufsuchen: so findet jeder derselben in seiner Columne,

nehm-

nehmlich der Kurzsichtige in der 2ten, der Ueberweitsichtige aber in der 3ten, die Brennweite desjenigen Glases, durch welches er in die gröste Entfernung deutlich sehen kann, in Zollen, ohne Berechnung; nur hat jener ein hohles, dieser aber ein erhabenes Glas von ermeldter Brennweite nöthig.

Z. E. der Kurzsichtige hätte auf der Scale 8 Grade über 0 gefunden; so müßte er ein Hohlglas von 20 Zoll Brennweite gebrauchen, in die gröste Entfernung deutlich zu sehen. Denn $\frac{\text{Infin.} \times 20}{\text{Infin.} - 20} = \frac{\text{Infin} \times 20}{\text{Infin.}}$ = 20 Zoll.

Hingegen der Ueberweitsichtige hätte im 12ten Grade unter 0 die letzte Deutlichkeit gefunden; so würde er durch ein erhabenes Glas von 20 Zoll Brennweite in die gröste Entfernung deutlich sehen. Denn $\frac{\text{Infin} \times 20}{\text{Infin.} + 20} = \frac{\text{Inf.} \times 20}{\text{Infin.}} = 20$ Zoll.

§. 281.

Weil sich das Aug bald bequemet durch ein Glas deutlich zu sehen, das nicht genau nach der Beschaffenheit dieses Auges eingerichtet ist; hierdurch aber ein Kurzsichtiger und Weitsichtiger leicht den Fehler ihres Auges vermehren können: so ist räthlich, daß der Kurzsichtige und Weitsichtige eine etwas grösere Brennweite, als die für das Aug genau berechnete, annehmen; und das um so mehr, weil man die Gläser nicht ganz nahe an das Aug hält, wo ihre Brennweite die Würkung einer kürzeren erhält.

Wer sich angewöhnt, nur mit Einem Auge durch ein Glas zu sehen, und das andere zu schliessen; der macht das letztere nach und nach fehlerhaft. Es ist also sicherer, beyde Augen offen zu behalten, welches durch eine kleine Uebung erlernt wird, ohne Gefahr

fahr in den Fehler des Schielens zu fallen. Am allerbesten aber ist, man halte für jedes Aug das ihm taugliche Glas zu gleicher Zeit. Der Kurzsichtige wird besonders finden, daß er auf diese Art ohne Beschwerlichkeit und so deutlich sehe, als durch ein kleines Fernrohr, das nur etwa 2mal vergrösert, und doch darneben das natürliche Sehefeld der Augen behalte.

Gute Augen werden erhalten, wenn man sie nicht lange in einem fort auf einerley Entfernung, sondern bald auf nahe, bald auf weit entlegene Sachen richtet. Da Gläser von verschiedenen Brennweiten, und einerley Glas in verschiedenen Entfernungen vom Auge und Gegenstande, denselben in das Auge bringen, wie er den blosen Augen bald in der Nähe, bald in der Ferne erscheinet: so können auch die Gläser zu dieser Veränderung und Uebung dienen; sonderlich wo man keine weite Aussicht hat, und zur nächtlichen Zeit.

§. 282.

Man trifft hie und da den Augstern mangelhaft an, sonderlich darinnen, daß er immer einerley Oeffnung in das Aug läßt, und sich entweder nicht ausdehnen, oder nicht einziehen kann, folglich in vielen Fällen zu viel oder zu wenig Licht zuläßt. Im ersten Fall siehet das Aug nur bey einem schwächern Lichte, im andern aber nur bey einem starken erträglich. Mit beyden Fällen kann der Fehler der Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit noch verbunden seyn.

Ein gutes Aug hat auf eine kurze Zeit die Erfahrung von diesen beyden Fällen, wenn es entweder aus einem lichten in einen finstern, oder umgekehrt aus einem finstern in einen lichten Ort unmittelbar übergehet.

Ist nun die unveränderliche Oeffnung des Auges zu groß für mancherley Licht, sonst aber tüchtig in die Nähe und Ferne zu sehen: so kann dem Fehler ohne ein Glas begegnet werden, wenn man einen Streifen von dunkel angeloffenem Bleche ꝛc. in welchen mehrere runde Löchlein, von verschiedenen doch kleinern Durchmessern, als der fehlerhafte Augstern zeigt, rein gearbeitet worden, vor das Aug hält, und die, für jede nicht erträgliche Stärke des Lichts, schickliche durch Proben aussucht. Lichtschirme dienen hier auch sehr gut.

Hat aber ein solches Aug, anderer Fehler wegen, Gläser nöthig; so bedient sich solches der gefarbten, sonderlich der grünen oder blauen, oder läßt die weisse Gläser, auf der vom Auge abgekehrten Seite, über einem Wachslichte mit Rauch anlauffen, so viel es nöthig ist. Es dient hier alles, was man sonst anwendet, wenn ein gutes Aug die Sonne ohne Schaden betrachten will; nur ist hier immer ein geringerer Grad dieser Mittel zu gebrauchen, als dort.

Für eine allzukleine unveränderliche Oeffnung des Augsterns ist weniger Rath vorhanden. Bey ganz hellem Tageslichte wird dieser Fehler eher fördern als hindern. Im Dunkeln wird, wenn das Aug sonderlich kurzsichtig ist, ein Hohlglas etwas thun.

Doch ist hier die gröste Zuflucht in einer starken Beleuchtung der Gegenstände zu suchen; welche bey Nacht ein stark bauchichtes Glas, oder auch nur eine mit gereinigtem und haltbarem Wasser angefüllte gläserne Kugel, hinter welchen im Brennpunkte, oder etwas näher, eine Lampe brennet, fein gewähren.

§. 283.

Wenn bey hohem Alter die Austrocknung sich auch in den Augen äussert: so zeigt sich daselbst gemeiniglich

niglich nicht nur eine Unempfindlichkeit in Ansehung kleiner Gegenstände; sondern auch eine damit verbundene Weitsichtigkeit oder gar Ueberweitsichtigkeit.

Es dienen solchen Augen theils die einfache, oder miteinander verbundene, erhabene Gläser, die von einer kleinen Sache ein groses und zugleich helles Bild auf dem Netze des Auges machen; theils solche Gläser und Verbindungen, welche die guten Augen stark angreiffen, und ihnen bald beschwerlich fallen; sonderlich aber überhaupt solche, deren an das Aug gebrachte Lichtkegel den Augstern ganz erfüllen.

Dergleichen sind breite erhabene Gläser von kürzern Brennweiten, z. E. nur von 3 bis 4 Zollen, die eben hierdurch von selbst dick werden, aber auch noch dicker gemacht werden können; oder fast noch besser zwey Gläser von der gedoppelten Brennweite der ersteren, die aber sich als Collectivgläser gegeneinander verhalten, und etwa nur einen Zoll voneinander abstehen. Man läßt hier den Gläsern so viel Oeffnung als nur möglich ist, und setzt sie so in ein Rohr, daß das Aug über ihre einfache und gemeinschaftliche Brennweite etliche Zolle entfernt bleibt.

Wollen diese Augen sich der Fernröhren bedienen; so müssen die Augengläser derselben eine grösere Brennweite als sonst haben.

Eine starke Beleuchtung des Gegenstands ist in diesem Fall auch neben den Gläsern wohl angelegt, weil die Feuchtigkeiten des Auges insgemein gelb und unrein werden, folglich in etwas undurchsichtig.

§. 284.

Zuweilen sind beyde Augen nicht vermögend, auf einen Gegenstand miteinander genau zusammen zu treffen. Man schlage hier §. 194. ꝛc. und die dahin gehörige 45te Figur nach. Wenn daselbst die Augen sich Tab. VI. Fig. 45

nicht dergestalten ändern können, daß die Sache AB in beyden Augen D und E ein deutliches Bild αβ und a b entwirft: so siehet man ihn nur mit Einem Auge deutlich, und vernachlässiget das andere nach und nach, um nicht eine deutliche und undeutliche Vorstellung von eben derselben Sache zugleich zu bekommen.

Man wird also in diesem Fall, bey zweyen deutlich sehenden Augen, Einäugig, nur mit dem Unterschied, daß man hier beyde Augen noch wechselweise in zweyerley Abständen der Sache nutzen kann, und soll, wenn man anders diesen Fehler nach und nach vermindern will.

Alle diejenigen Personen sind diesem Fehler mehr oder weniger unterworfen, bey welchen die äusserste Gesichtsgränze des einen Auges kleiner ist, als die nächste Gesichtsgränze des andern Auges; oder die nach dem einen Auge fehlerhaft weitsichtig, nach dem andern aber kurzsichtig sind.

Diesen Augenfehler zu verbessern nehmet, in Zollen, einen Abstand vom Auge an, in welchem ihr mit beyden Augen zugleich einerley Sache deutlich zu sehen verlanget. Hernach suchet, vermittelst dieses Abstands und der gegebenen Entfernung der äussersten oder nächsten Gesichtsgränze jedes Auges, je nachdem der Abstand gröser oder kleiner ist als die Gesichtsgränze, die Brennweite des Glases, das für jedes Aug zum Zwecke taugt, nach §. 277 und 278. und setzet die gefundene Gläser als eine Brille zusammen.

Ist der angenommene Abstand der Sache kleiner als die beyden gegebene Entfernungen; so müssen beyde Gläser erhabene seyn.

Z. E. das eine Aug siehet nicht näher als auf 12 Zoll deutlich, und das andere nicht näher als auf 24 Zoll, die Sache aber soll 8 Zoll weit vom Auge abste-

abstehen; so ist $\frac{12 \times 8}{12 - 8} = 24$, und $\frac{24 \times 8}{24 - 8} = 12$. Also mus das kurzsichtigere Aug ein Glas von 24 Zoll, das andere Aug aber eines von 12 Zoll Brennweite gebrauchen, und zwar beyde ein erhabenes.

Dieses ist also auch der Fall, wo man sich einer Vergröserungsbrille bedienen will, wenn schon die Augen gleich weit deutlich sehen können. Nur mus hier der Abstand der Sache vom Auge kleiner als 8 Zoll angenommen werden.

Sind beyde Augen ungleich kurzsichtig, und der Abstand der Sache gröser, als die äussersten Gränzen des deutlichen Sehens beyder Augen; so müssen beyde Gläser hohle seyn.

Z. E. die äusserste Gesichtsgränze des einen Auges sey = 10 Zoll, des andern = 15 Zoll, und der Abstand der Sache vom Auge = 30 Zoll; so ist $\frac{30 \times 10}{30 - 10} = 15$, und $\frac{30 \times 15}{30 - 15} = 30$. Also mus die Brennweite des Hohlglases für das kürzere Aug 15 Zoll halten, und für das andere 30 Zoll.

Will man mit diesen beyden Augen in die gröste Entfernung deutlich sehen; so müssen die beyden Hohlgläser 10 und 15 Zoll Brennweite haben.

Ist endlich das eine Aug kurzsichtig, das andere aber fehlerhaft weitsichtig, und man will die Sache deutlich sehen, welche zwischen den Gesichtsgränzen dieser beyden Augen liegt, und also beyden undeutlich erscheinet: so mus das weitsichtige Aug ein erhabenes, und das kurzsichtige ein hohles Glas bekommen.

Z. E. das weitsichtige Aug soll nicht näher deutlich sehen, als auf 30 Zoll, und das kurzsichtige nicht weiter, als auf 10 Zoll; man will aber eine 15 Zoll weit entfernte Sache mit beyden Augen deutlich sehen: so ist $\frac{30 \times 15}{30 - 15} = 30$, und $\frac{15 \times 10}{15 - 10} = 30$. In diesem Fall mus man also dem kurzsichtigen und weitsichtigen

Auge ein Glas von 30 Zoll Brennweite geben, doch jenem ein Hohlglas, diesem aber ein erhabenes. Manche werden vermuthen, man sehe mit einem erhabenen und hohlen Glase zugleich die Sache nicht gleichstimmig, sondern mit dem hohlen etwas kleiner, als mit dem erhabenen Glase: allein ich kann aus eigener Erfahrung bezeugen, daß diese Vermuthung nicht gegründet sey. Meine Augen erfordern auf 20 Zoll Abstand eine Brille, wovon das hohle Glas 30 Zoll Brennweite, und das erhabene 70 Zolle hält; nichts desto weniger sehe ich mit beyden Augen auf diesen Abstand durch diese Brille gleich groß und sehr deutlich.

Ist der Abstand der Sache so groß, daß das weitsichtige Aug sie ohne Glas deutlich sehen kann; so hätte eigentlich nur das kurzsichtige Aug ein Hohlglas nöthig. Doch gehört hier viele Uebung darzu, beyde Augenaxen recht auf den Gegenstand zu richten: daher ists besser, wenn man dem weitsichtigen Auge ebenfalls ein erhabenes Glas von sehr groser Brennweite, oder auch nur ein ebenes giebt.

§. 285.

Mit dem erstermeldten Augenfehler ist das Schielen sehr nahe verwandt: denn Schielende kehren ebenfalls beyde Augenaxen nicht nach einerley Sache.

Einige setzen diesen Fehler in die wesentliche Theile des fehlerhaften Auges; welches wol zuweilen die Ursache seyn kann, sonderlich wo das eine Aug ganz, oder beynahem blind, oder doch sehr kurzsichtig ist. Die meisten aber suchen ihn nur in einer Gewohnheit, Ein Aug allein auf den Gegenstand zu richten: wenn nehmlich ein Kind oft und lange so gelegt werde, daß es nur Ein Aug zu entfernteren Gegenständen nutzen könne; so vernachlässige es nach und nach das andere, sonst gesunde, Aug dergestalten, daß es eigentlich, mit

mit diesem abgewandten obschon sehenden Auge, dennoch nicht sehe, wenigstens nicht anders als abwechslungsweise mit dem andern. Woraus zugleich ein leichtes Mittel diesen Fehler bey Kindern zu verhüten erhellet, nehmlich sie immer so zu legen, daß sie jede Sache mit beyden Augen zugleich fassen können.

Demselben aber abzuhelfen ist so leicht nicht; weil das rechte Mittel erst bey verständigen Kindern kann angewendet werden, wo die Gewohnheit den Fehler schon sehr bevestiget hat. Daher hier eine geduldige Uebung das beste thun mus.

Man stelle die schielende Person gerade vor einen nicht allzugrosen aber hellen Gegenstand hin, und lasse sie erstlich das gute Aug genau darauf richten, hernach dieses unverwandt schliessen, oder sonst hindern, und sich in dieser Stellung bemühen, die unverrückte Sache auch mit dem fehlerhaften Auge zu suchen, und sie eine Zeitlang im Gesichte zu behalten. Wenn dieses zu einiger Gewohnheit gebracht worden; so läßt man hernach diese Uebung mit beyden Augen zugleich fortsetzen.

Eine Brille von 2 undurchsichtigen Scheiblein, die in der rechten Weite der Augsterne voneinander eine mässige Oeffnung nur etwa von 2 Linien hätten, würde diesen Versuch erleichtern. Man könnte aber auch in die Oeffnungen erhabene Gläser, von geringer Breite und von 1 bis 2 Fuß Brennweite, einsetzen, und einen breiten dunkeln Rand um dieselben lassen.

Da man den natürlichen Abstand der beyden Augsterne voneinander, bey allen Menschen, im gestandenen Alter, so gleichförmig findet, daß man ihn so gar als ein allgemeines beständiges Längenmaas angerathen: so ist die rechte Entfernung dieser Oeffnungen oder Gläser voneinander desto leichter und sicherer an allen gesunden Augen der Erwachsenen zu finden. Man mißt sie ohne Gefahr mit dem Zirkel auf

der Fläche eines ebenen Spiegels, und nimmt das daselbst erlangte Maas gedoppelt, weil das Bild der Augen eben so weit hinter dem ebenen Spiegel erscheint, als sie vor demselben stehen.

§. 286.

Wenn die crystallene Feuchtigkeit im Auge trübe, und daher durch eine chirurgische Operation auf die Seite gedrückt, oder ganz herausgenommen wird: so mangelt das Hauptwerkzeug des deutlichen Sehens, und es mus nun das Vermögen, den Augstern nach dem vorhandenen Lichte zu verändern, noch das Beste zu einigem erträglichen Sehen thun.

Die crystallene Feuchtigkeit gleicht einem dicken erhabenen Glase §. 178. man kann ihn also durch Vorhaltung eines schicklichen erhabenen Glases ziemlich ersetzen.

Das kleinste Glas, welches hierzu dienlich ist, mus wenigstens $1\frac{1}{2}$ Zoll Rheinländisch in seiner Brennweite halten, und zwar von seiner Fläche an. Denn das Aug ist einen rheinländischen Zoll tief; es geschiehet ferner noch in der wässerichten und gläsernen Feuchtiakeit ein Brechen, welches die Brennweite um etwas kürzer macht, und man kann überdiß das Glas nicht ganz nahe an das Aug halten: doch aber mus der Brennpunkt des Glases, die Brechung im Auge mit eingerechnet, für die entfernteste Gegenstände, auf das Netz des Augs fallen.

Je näher die Sache liegt, desto weiter mus das Glas vom Auge entfernt werden, welches am füglichsten vermittelst zweyer ineinander gehender Röhren geschiehet, in deren innere das Glas nahe am Rande eingesetzt ist.

Die in das Aug fallende Lichtkegel müssen hier immer den ganzen Augstern erfüllen, und eher breite-

re

re als schmälere Grundflächen haben: diese gewähret ein einfaches entweder sehr dickes Glas, oder auch ein dünneres von einer hinlänglichen Brennweite.

Will man aber eine kleinere Brennweite behalten, und dünne Gläser nutzen: so nehme man 2 erhabene Gläser, die etwa 1 Zoll voneinander abstehen, und so grose Brennweiten haben, daß ihre gemeinschaftliche die verlangte werde. Z. E. man setze gegen das Aug ein 3zolliges und 1 Zoll davon ein 4zolliges Glas, das erstere $\frac{3}{4}$ Zoll, das andere 1 Zoll breit; so wird die gemeinschaftliche Brennweite von der Fläche an $1\frac{1}{2}$ Zoll halten, und in allem Betracht zu dem Zwecke hinlänglich seyn.

Der zweyte Abschnitt.

Practische Betrachtung der Fernröhren.

§. 287.

Den Augen, die keinen Fehler haben, und in die Nähe und Ferne scharf sehen, fallen doch die weit entfernte Sachen unter so kleinen Winkeln ein, daß sie dieselben entweder gar nicht, oder, wenn sie auch sehr groß sind, nur undeutlich sehen. §. 188 — 192.

Man rechnet ordentlicher Weise den Abstand für das völlig deutliche Sehen ganz kleiner und kleiner Sachen etwa nur von 15 bis 30 Zoll. Das beste Aug siehet die Flecken im Monde undeutlich: und wenn es einen Menschen auf 100 und mehr Schritte deutlich zu sehen vermeynt; so erkennt es denselben nur am Gange, Postur, Kleidung ꝛc. das Gedächtniß und die Einbildungskraft aber stellen ihn so nahe her, als man sonst gewohnt ist die Gesichtszüge deutlich zu sehen.

Glänzende sehr kleine Dinge werden zwar oft gegen einen dunkeln Ort viel weiter gesehen, als andere ihrer Gröse, z. E. der Staubregen, Spinnenfäden ꝛc. Allein man siehet hier mehr den sich spieglenden Sonnenstrahl, als die Sache selbst deutlich.

§. 288.

Man wünscht nun diese Schranken der Augen, in dem Absehen auf entferntere Gegenstände zu erweitern, und diese so deutlich zu sehen, als es den blosen Augen in der Nähe möglich ist. Man will sie unter grösern Winkeln erblicken, als die sind, unter welchen sie in das blose Aug fallen; kurz, man will sie vergrösert sehen.

Ein jedes erhabenes Glas stellt das Bild, von einer sehr weit entlegenen Sache, in seinem Brennpunkte; und das Bild, von einer nähern Sache, hinter seinem Brennpunkte deutlich auf eine entgegengesetzte Wand §. 122.

Wenn man das Aug so weit hinter diese Wand hält, als es nächstens zu sehen gewohnt ist, und die Wand hinweg nimmt; so fällt dieses Bild eben so in das Aug, wie man es auf der Wand in gleichem Abstande des Auges gesehen hatte, als eine nahe Sache.

Dieser Abstand des Auges vom Bilde ist hier also der scheinbaren; und der Abstand des Bildes vom Glase der wahren Entfernung der Sache gleich. §201. 219. Dividirt man diese durch jene; so erhellet die Vergröserung in jedem gegebenen Fall.

Ist demnach der Abstand des Glases vom Bilde gröser, als der Abstand des Auges von demselben; so hat man allemal eine Vergröserung, und sie ist desto stärker, je kleiner der Abstand des Auges, und je gröser der Abstand des Glases vom Bilde ist.

Z. E. das erhabene Glas habe 16 Fuß Brennweite, und das Aug sehe nächstens auf 8 Zolle deutlich;

lich; so ist $\frac{16 \times 12}{8} = 24$. Also siehet diß Aug die entlegenste Sache 24mal im Diameter gröser, oder, welches Ein Ding ist, eben so vielmal näher.

Diß ist demnach der einfacheste Fall, der weitentlegene Dinge dem Auge deutlicher darstellt, als es sie ohne Glas sehen kann. Allein 1) fällt das Bild aufrecht auf das Netz des Auges, und man siehet also den Gegenstand verkehrt. 2) Müssen die Seitenaxen noch durch die Oeffnung des Auges gehen können; folglich kommen sie sehr nahe zusammen, und gewähren ein kleines Sehefeld. 3) Müßte zu einer starken Vergröserung das Glas eine sehr grose Brennweite und Breite haben; es würde also sehr kostbar, und die Regierung desselben beschwerlich werden, unerachtet es ohne Rohr zu nutzen wäre.

§. 289.

Man verbessert diese Fehler, wenn das Aug durch ein erhabenes Glas das Bild, welches das vorige gröfere Glas entworfen, ansiehet. Denn so kann das Glas am Auge eine viel kleinere Brennweite haben, als die nächste Entfernung des deutlichen Sehens, und die Seitenaxen können mit der Hauptaxe einen grösern Winkel machen, folglich auf einmal ein grösseres Feld zeigen.

Diese zwey oder mehrere Gläser müssen genau einerley Hauptaxe bekommen; und miteinander gegen verschiedene Gegenstände bequem gerichtet werden können; und überdiß im Dunkeln stehen: sie müssen daher in ein Rohr gefaßt werden, woraus die Benennung der Fernröhren entstanden.

Ich habe oben im I. Buch 10 Abschnitt. §. 217. bis 245. schon ausführlich von den Fernröhren gehandelt, und, weil es sich nicht wohl anders thun ließ, das meiste und nöthigste Practische dißfalls mit einflies-

sen

sen lassen: daher ich mich hier darauf beziehe, und nur dasjenige ergänze, was dort noch nicht gesagt worden. Es betrifft solches

1.) die tauglichste Verhältnis der Gläser für mancherley Augen.

2.) den irrigen und rechten Begriff ihrer Vergröserung.

3.) die Fassung der Gläser in Röhren, die nöthige Bedeckungen und Blendungen, und endlich die schickliche Gestelle zur Regierung der Fernröhren.

4.) das Micrometer. Alles, so weit es den Anfängern faßlich und nöthig ist.

§. 290.

Die Verhältnis der Gläser habe ich oben nach Hugens Tafel angegeben. Sie ist allemal gut: doch macht man zur gegenwärtigen Zeit feinere Objectivgläser, die etwas mehrere Oeffnung ertragen. Sonderlich aber hat Hugen zu den Sternröhren eine Verhältnis angenommen, welche so kleine Lichtkegel an das Auge bringt, daß deren Grundfläche nur $\frac{1}{3}$ Linie breit ist.

Diese Breite erfüllt nicht bey allen Augen die ganze Oeffnung des Augsterns mit den Lichtkegeln die das Bild entwerfen, und zeigt daher mehreren Augen den Gegenstand nicht so deutlich, als es geschehen könnte. Ich selbst mus ein 4zolliges Augenglas mit dem Objectivglase verbinden, wo Hugen ein 3zolliges setzt; wenn ich anders die Flecken im vollen Monde und den Ring des Saturnus ganz deutlich sehen will, unerachtet mein Objectivglas sehr gut ist.

Zu Erdröhren ist Hugens Verhältnis zwar für einen grosen Theil der Augen, auch in dem Absehen auf die Breite des Augsterns, tauglich; indem hier die

die Oeffnung des Auges $\frac{2}{3}$ Linie breit seyn darf: doch aber ist sie nicht für alle, denn mehrere haben das Aug am hellen Tageslicht $\frac{3}{4}$ bis 1 Linie breit geöffnet; einige können es nicht weiter einziehen.

Das natürliche Sehen, und auch das künstliche, allen deutliche, erfüllt immer den Augstern ganz mit den zum Bilde gehörigen Lichtkegeln; und es gehet nur mit groser Vorsicht an, diese kleiner anzunehmen. Man kann aber allemal die Verhältnis der Gläser so einrichten, daß dieses in jedem gegebenen Fall geschehe, und man kann also für ein jedes Aug eine besonders taugliche Verhältnis berechnen, oder durch Versuche finden.

§. 291.

Ich will es zuerst an dem Sternrohr als T.VII dem einfachesten Fall versuchen. Man sehe Fig.51 die 51 und 52 Figur nach Tab. VII. Es verhält sich daselbst r s, die Breite der Oeffnung des Auges, zu A B, der Breite der Oeffnung des Objectivglases; wie c f, die Brennweite des Augenglases, zu C f, der Brennweite des Objectivglases. Wenn aber

r s : A B = c f : C f; so ist auch
C f : c f = A B: r s, und ferner
A B: r s = C f: c f

1. Will man also die Breite des Augsterns r s finden: so dividire man das Product der Brennweite des Augenglases und der Breite der Oeffnung des Objectivglases, durch die Brennweite des Objectivglases.

2. Sucht man aber die Brennweite des Augenglases; so dividire man das Product der Brennweite des Objectivglases, und der Breite des Augsterns, durch die geöffnete Breite des Objectivglases.

Z. E.

Z. E. Man hat ein Objectivglas von 30 Fuß Brennweite erwählt, welches nach der Hugenischen Tabelle 3 Zoll breit geöffnet seyn kann; und will damit ein Augenglas von $6\frac{2}{3}$ Zoll Brennweite verbinden: so wird die Breite des Augsterns seyn dürfen $\frac{3 \times 20}{30 \times 12 \times 3}$ $= \frac{1}{18}$ Zoll $= \frac{2}{3}$ Linie.

Und umgekehrt: man will für die Breite des Augsterns von $\frac{2}{3}$ Linie, oder $\frac{1}{18}$ Zoll, zu dem 30schuhigen Objectivglase die Brennweite des Augenglases finden, das solche Lichtkegel bildet, deren Grundflächen den gegebenen Augstern ganz anfüllen; so wird die verlangte Brennweite des Augenglases seyn $\frac{30 \times 12 \times 1}{3 \times 18} = 6\frac{2}{3}$ Zoll.

Durch die erste Regel untersucht man also, ob ein gegebenes Sternrohr unserer gewohnten Oeffnung des Auges tauglich sey? durch die 2te aber, wie die Brennweite des Augenglases geändert werden müsse, wenn es einer gegebenen Breite des Augsterns angemessen seyn soll.

Wo der Augstern das Vermögen nicht mehr hat sich aus- und einzuziehen; da ist diese Bestimmung des Augenglases, nach der unveränderlichen Oeffnung des Auges, am allernöthigsten.

In das Aug eines Kurzsichtigen fällt nicht die Lichtwalze r s o o; sondern ein abgekürzter Lichtkegel, dessen breiteste Grundfläche o o ist. Wenn also r s den Augstern hier nicht anfüllte; so könnte es doch das breitere o o thun. Vermuthlich ist dieses mit eine Ursache, warum oft Kurzsichtige durch ein Fernrohr, welches aus erhabenen Gläsern bestehet, ganz deutlich sehen, das den guten und fehlerhaft weitsichtigen Augen nicht zum besten taugt.

§. 292.

§. 292.

Hat das Objectivglas des Sternrohrs allein ein Collectivglas, und man will die Breite des Augsterns suchen; so dividirt man das Product der Brennweite des Augenglases, und der geöffneten Breite des Objectivglases, durch die Brennweite des Vergleichungsglases.

Will man aber die Brennweite des Augenglases bestimmen: so dividire man das Product der Brennweite des Vergleichungsglases und der Breite des Augsterns, durch die geöffnete Breite des Objectivglases.

Z. E. Das Objectivglas habe 30 Fuß Brennweite, und also seine Oeffnung 3 Zoll Breite, das Collectivglas aber von 15 Fuß Brennweite stehe um 15 Fuß vom Objectivglase ab; so wird die Brennweite des Vergleichungsglases ebenfalls 15 Fuß halten §. 155. Giebt man nun der Brennweite des Augenglases $3\frac{1}{3}$ Zoll; so wird die Breite des Augsterns seyn dürfen $\frac{10 \times 3}{3 \times 15 \times 12} = \frac{1}{18}$ Zoll $= \frac{2}{3}$ Linie, und also noch einmal so groß, als Hugen sie annimmt, unerachtet sein Augenglas zu diesem Objectivglase hier beybehalten worden.

Sucht man umgekehrt, durch eben diese gegebene Sachen, die Brennweite des Augenglases; so ist sie $\frac{15 \times 12 \times 1}{3 \times 18} = \frac{10}{3} = 3\frac{1}{3}$ Zoll.

Wollte man, mit Hugen, die Breite des Augsterns nur $\frac{1}{3}$ Linie oder $\frac{1}{36}$ Zoll annehmen; so hätte man hier nur ein Augenglas von $1\frac{2}{3}$ Zoll Brennweite nöthig, und würde eben auch seine Vergröserung, und Helligkeit, aber ein kürzeres Rohr, auch ein gröseres Sehefeld erlangen.

Hat das Augenglas ebenfalls ein Collectivglas; so sucht man nach §. 155. das Vergleichungsglas zwischen

schen diesen beyden Gläsern, und handelt damit, wie bisher mit dem einfachen Augenglase.

Sucht man aber die Brennweite dieses Vergleichungsglases, und will hernach die beyden würkliche Gläser daraus bestimmen: so nimmt man das eine willkührlich an, nebst dem Abstande dieser Gläser voneinander, und sucht das andere nach §. 233.

§. 293.

Wenn das Erdrohr lauter erhabene Augengläser von gleicher Brennweite enthält; so ist der Lichtkegel eben so breit am letzten Augenglase, als er am ersten war. Hier ist also, ohne alle Ausnahme, eben diejenige Bestimmung der Augengläser aus der Breite des Augsterns anzuwenden, welche §. 291. an dem Sternrohr gezeigt worden.

Sind aber die Augengläser von verschiedenen Brennweiten: so erlangt man die Breite des Augsterns, wenn man die Breite des Objectivglases in die Brennweiten des ersten und letzten Augenglases multiplicirt, und das Product durch die Brennweiten des Objectiv- und mittleren Augenglases dividirt.

Z. E. die gegebene vier Brennweiten, vom Objectivglase an, seyen 6 Fuß, 4, 3 und 2 Zoll; so ist die Breite des Objectivglases $= 1\frac{1}{3}$ Zoll, folglich die Breite des Augsterns $= \frac{4 \times 4 \times 2}{3 \times 6 \times 12 \times 3} = \frac{4}{81}$ Zoll, bey nahem $\frac{1}{20}$ Zoll $= \frac{3}{5}$ Linie.

Verlangt man hingegen die Brennweite des letzten Glases am Auge zu finden; so multiplicire man die Brennweiten des Objectivglases und des mittleren Augenglases mit der Breite des Augsterns, und dividire das Product durch das Product der Breite des Objectivglases und der Brennweite des ersten Augenglases.

Z. E.

Z. E. Man behalte alles wie oben, und nehme die gefundene Breite des Augsterns darzu; so ist die Brennweite des letzten Augenglases = $\frac{6 \times 12 \times 3 \times 4 \times 3}{4 \times 81 \times 4}$ = 2 Zoll.

Wenn endlich das Objectivglas, oder das erste Augenglas des Erdrohrs, oder beyde zugleich ein Collectivglas haben: so sucht man das oder die Vergleichungsgläser derselben nach §. 155. und verfährt mit diesen wie mit einfachen Gläsern.

§. 294.

Das holländische Fernrohr kann, in Ansehung der Vergröserung, und Bestimmung der Brennweiten der Gläser, als ein Sternrohr betrachtet werden, das ein erhabenes Glas, von eben der Brennweite die das hohle Augenglas hat, mit eben demselben Objectivglase verbindet, welches in dem holländischen Fernrohr gebraucht wird.

Man kann also auch hier die Brennweite des hohlen Augenglases eben so nach der Breite des Augsterns bestimmen, wie es §. 291. am Sternrohr gezeigt worden.

Doch ist die Oeffnung des Objectivglases in dieser Bestimmung nach der Hugenischen Tabelle anzunehmen; und nicht in der Breite, wie sie, mit dem Hohlglase verbunden, aus andern Gründen seyn kann; sonderlich wenn die Vergröserung stark werden soll. Gemeiniglich aber wird eine Brennweite des Augenglases angenommen, deren letzte Lichtwalzen oder Kegel wohl eine Oeffnung des Augsterns von zwey Linien erfüllen, weil man auf diese Weise für alle Fälle gesichert ist. Welches in der Betrachtung dunkeler Gegenstände besonders nützlich ist.

Z. E. Es sey die Brennweite des Objectivglases, = 1 Fuß; so wird, nach Hugen, die Oeffnung desselben seyn dürfen $\frac{55}{100}$ Zoll, oder $\frac{11}{20}$ Zoll; ferner sey die Breite des Augsterns 1 Linie = $\frac{1}{12}$ Zoll: so ist die gesuchte negative Brennweite des hohlen Augenglases, das die angenommene Oeffnung des Auges ganz

erfüllt, $= \frac{12 \times 20}{12 \times 11} = 1\frac{9}{11}$ Zoll.

§. 295.

Da die Erfahrung zeigt, daß die Augengläser, deren Brennweite auf die Breite des Augsterns von $\frac{2}{3}$ Linie berechnet worden, den meisten Augen zu Gegenständen auf der Erde, und zu den dunkeleren am Himmel, wohl tauglich seyen: so hat man nur nöthig, ohne weitere Berechnung, in diesem Fall die in der Hugenischen Tabelle sich befindende Brennweite des Augenglases jedesmal gedoppelt zu nehmen.

§. 296.

Die dioptrischen Werkzeuge werden meistens nach solchen Augen eingerichtet, die vermittelst paralleler Strahlen deutlich sehen, das ist, für gute, und fehlerhaft weitsichtige Augen.

Nun hat zwar ein Kurzsichtiger nur nöthig, das Augenglas näher gegen das Objectivglas zu rücken, und der Ueberweitsichtige, es weiter davon zu entfernen, als das gute Aug bedarf: Allein es ändert sich hierdurch eines theils die genaue Fassung des Werkzeugs; andern Theils wünschen die, so fehlerhafte Augen haben, oft in Umstände gesetzt zu werden, wo sie ihr Sehen mit dem Sehen der guten Augen völlig vergleichen, und eben so, wie diese, sehen könnten. Sie verlangen also die Bestimmung der Brennweite eines Augenglases in einem jeden Fernrohr, das ihnen ihr Verlangen erfüllen, und dabey die Fassung gänzlich behalten könnte, die dem guten Auge angemessen worden.

Ich will diese Bestimmung auf eine Art zu zeigen suchen, die auch den Anfängern faßlich, und aus den bisher angenommenen Sätzen leicht herzuleiten ist.

Wenn

Wenn ein Kurzsichtiger das Hohlglas, oder ein Ueberweitsichtiger das erhabene Glas, wordurch jeder von beyden (gesetzt das Glas werde ganz nahe an das Aug gehalten, und die Dicke des Glases nicht angesehen) in eine grose Entfernung deutlich siehet, unmittelbar auf das erhabene oder hohle Glas legt, wordurch das gute Aug eine Sache, die in dem Brennpunkte desselben liegt, oder zu liegen scheint, deutlich erblickt: so sehen beyde die Sache eben so, wie das gute Aug, nehmlich in einerley Abstand, Gröse und Helligkeit. Denn sie hat bey allen diesen verschiedenen Augen alsdann einerley wahre und scheinbare Entfernung.

Nun ist in jedem dioptrischen Werkzeuge das letzte Bild die Sache, und das letzte Augenglas das Glas, wordurch jede Gattung der Augen sie siehet: Es mus also hier vom letzten Augenglase in den Fernröhren eben das wahr seyn, was erst von einem einfachen Glase gesagt worden.

Legt nun der Kurzsichtige sein gröseres Hohlglas, und der Ueberweitsichtige sein erhabenes Glas, womit jeder in die gröste Entfernung siehet, auf das erhabene Augenglas eines Fernrohrs: so entstehet im erstern Fall ein Meniscus, der einem erhabenen Glase gleicht, im andern aber ein formlich erhabenes Glas; beydemal von einer Brennweite, die man erhält im ersten Fall, wenn man das Product der Brennweite des Hohlglases und des damit verbundenen erhabenen, durch ihren Unterschied dividirt; im andern Fall aber, wenn man das Product der Brennweiten beyder erhabenen verbundenen Gläser durch ihre Summe dividirt. §. 92.

Wird das gröfere Hohlglas des Kurzsichtigen, und das gröfere erhabene des Ueberweitsichtigen auf ein kleineres Hohlglas des holländischen Fernrohrs gelegt;

so entstehet in beyden Fällen die Würkung eines einfachen Hohlglases, dessen Brennweite gefunden wird, wenn das Product der Brennweiten beyder aufeinander gelegten Gläser im ersten Fall durch ihre Summe, im andern Fall aber durch ihren Unterschied dividirt wird. §. 92.

Man hat eben die einfache Gläser, wordurch der Kurzsichtige und Ueberweitsichtige gut in die Ferne sehen, hier nicht selbst nöthig; sondern kann an ihrer statt die in dem Augenmesser §. 276. gefundene Zolle des äussersten deutlichen Sehens, welche den Brennweiten dieser Gläser gleich sind, in diese Berechnung nehmen.

Die nun in den Quotienten gefundene Brennweiten sind die Brennweiten der einzelen letzten Augengläser, die den Kurzsichtigen und Ueberweitsichtigen tüchtig machen, eben so, wie ein gutes Aug, zu sehen.

Z. E. Ich sehe als ein Kurzsichtiger, durch ein Hohlglas von 12 Zoll Brennweite, in die gröste Entfernung deutlich, und das nächste Glas am Auge in meinem Fernrohr, so aus erhabenen Gläsern bestehet, hat 3 Zoll Brennweite: so werde ich ein erhabenes Glas von $\frac{12 \times 3}{12 - 3} = 4$ Zoll Brennweite als das letzte Augenglas einsetzen müssen, wenn ich eben so, wie das gute Aug, sehen will.

Ein 4zolliges Glas vergröfert weniger als ein 3zolliges: also siehet ein kurzsichtiges Aug, wenn es das 3zollige Glas näher gegen das Objectivglas rückt, als das gute Aug, durch ein Fernrohr von erhabenen Gläsern, die Gegenstände gröser, als das gute Aug, welches das letzte Bild in den Brennpunkt des letzten Augenglases setzen mus; und zwar in diesem Fall in der Verhältnis wie 4 zu 3.

Lege ich hingegen mein 12zolliges Hohlglas auf ein 3zolliges hohles Augenglas eines holländischen Fernrohrs: so wird $\frac{12 \times 3}{12 + 3} = 2\frac{2}{5}$ Zoll die Brennweite des einzelen hohlen Augenglases seyn, wordurch ich wie das gute Aug sehen kann.

Ein $2\frac{2}{5}$zolliges Glas vergröfert mehr als ein 3zolliges: also siehet ein gutes Aug im holländischen Fernrohr die Sachen gröser als ein kurzsichtiges, wenn dieses das 3zollige Augenglas näher gegen das Objektivglas rücket, und zwar hier in der Verhältnis wie 3 zu $2\frac{2}{5}$ oder wie 5 zu 4.

Der Ueberweitsichtige hat gefunden, daß die ihm von seinem weitesten Sehen einfallende convergirende Strahlen sich 12 Zolle hinter seinem Auge mit der Augenaxe vereinigen, und daß ihm folglich die weitentlegene Sachen durch ein erhabenes Glas von 12 Zoll Brennweite deutlich werden. Er legt dieses 12zollige Glas auf das erhabene 3zollige Augenglas eines Fernrohrs, und siehet durch beyde zugleich eben so, wie ein gutes Aug. Das einzele Glas, das er an statt des 3zolligen Augenglases zu seinem Zweck einsetzen müßte, würde eine Brennweite von $\frac{12 \times 3}{12 + 3} = 2\frac{2}{5}$ Zoll erhalten.

Er hat also eine kleinere Brennweite, und folglich eine stärkere Vergröserung nöthig, mit dem guten Auge gleich zu sehen, als dieses; das ist, er siehet die Gegenstände kleiner als das gute Aug, durch ein Fernrohr von erhabenen Gläsern, wenn er das letzte 3zollige Augenglas weiter vom letzten Bilde wegrückt, als das gute Aug; und zwar hier in der Verhältnis wie $2\frac{2}{5}$ zu 3 oder wie 4 : 5.

Legt hingegen der Ueberweitsichtige sein erhabenes 12zolliges Glas auf das 3zollige hohle Augenglas

eines holländischen Fernrohrs : so siehet er auch da eben so, wie das gute Aug; diese beyde verbundene hohle Gläser aber sind einem einfachen hohlen gleich von der Brennweite $\frac{12 \times 3}{12 - 3} = 4$ Zoll.

Hier hat demnach der Ueberweitsichtige weniger Vergröserung nöthig zur Gleichstellung mit dem guten Auge; und er siehet also durch das 3zollige Glas, wenn er es weiter als das gute Aug vom Objectivglase entfernt, gröser als das gute Aug durch das nehmliche Glas, und zwar hier in der Verhältnis wie 4 zu 3.

Es erhellet auch hieraus wiederum, was oben schon gesagt worden, daß das überweitsichtige Aug gänzlich ein umgekehrtes kurzsichtiges sey.

§. 297.

Aus dem, was §. 296. gesagt worden, läßt sich leicht berechnen, wie weit ein gegebener Kurzsichtiger das für ein gutes Aug eingerichtete Fernrohr einstecken; oder der gegebene Ueberweitsichtige solches ausziehen müsse, um dadurch deutlich zu sehen?

Man suche nehmlich, aus den §. 296. gefundenen Verhältnissen, die Brennweite desjenigen Glases, wordurch ein gutes Aug eben so groß oder eben so klein sehen würde, als der Kurzsichtige oder Ueberweitsichtige würklich sehen, wenn jener das Fernrohr einsteckt, dieser aber ausziehet. Die gefundene Brennweite ziehe man ab von der Brennweite des Glases, wordurch das gute Aug würklich deutlich siehet, oder diese von jener wenn sie kleiner ist : so zeigt der Rest die verlangte Verkürzung oder Verlängerung des Fernrohrs.

Z. E. Wenn alles bleibt, wie es §. 296. angenommen worden : so ist im Fernrohr mit dem erhabenen Augenglase die Vergröserung für das kurzsichtige

sichtige, zur Vergröserung für das gute Aug, wie 4 zu 3. Und also ist $4 : 3 = 3 : x$, oder $\frac{3 \times 3}{4}$ $= \frac{9}{4} = 2\frac{1}{4}$ Zoll die Brennweite des erhabenen Glases, wordurch das gute Aug eben so groß als das kurzsichtige sehen würde. Diese Brennweite $2\frac{1}{4}$ Zoll von 3 Zoll abgezogen läßt Rest $1\frac{2}{4} - \frac{9}{4} = \frac{3}{4}$ Zoll. Um $\frac{3}{4}$ Zoll mus also der Kurzsichtige das Fernrohr verkürzen in dem angenommenen Fall.

In dem holländischen Fernrohr war §. 296. die Verhältnis des kurzsichtigen zum guten Auge, wie 4 zu 5. Und also ist $4 : 5 = 3 : x$, oder $\frac{3 \times 5}{4}$ $= \frac{15}{4} = 3\frac{3}{4}$ Zoll die Brennweite des Hohlglases, wordurch das gute Aug eben so groß als das kurzsichtige sehen würde: von dieser gefundenen Brennweite 3 Zoll abgezogen giebt Rest $\frac{15}{4} - \frac{12}{4}$ $= \frac{3}{4}$ Zoll, die Gröse, um welche der Kurzsichtige das holländische Fernrohr in diesem Fall verkürzen mus.

Verfährt man mit der §. 296. angeführten Verhältnis des überweitsichtigen Auges zum guten eben so: so zeigt sichs, daß der Ueberweitsichtige, in dem angenommenen Fall, das Augenglas in beyderley Fernröhren um $\frac{3}{4}$ Zoll, und also eben so weit verlängern müsse, als der Kurzsichtige, unter gleichen Umständen, nöthig hatte solche zu verkürzen.

§. 298.

Die Vergröserung der Fernröhren aus den Brennweiten ihrer Gläser zu finden, ist zwar im I. Buch 10 Abschnitt für jede Gattung derselben gezeigt worden: doch will ich hier noch eine blos practische Art hinzu thun, die sich bey allen Arten der Fernröhren anbringen läßt, und deren sich auch diejenigen

nigen bedienen können, die wenige oder keine Einsicht in die Brennweiten der Gläser haben.

Wenn man das Augenglas, oder, im Fall mehrerer, alle miteinander, von dem Bilde, welches das Objectivglas entworfen, weiter als um ihre Brennweite wegrückt: so entstehet hinter dem, oder hinter allen Augengläsern ein endliches Bild in einer Entfernung, die man durch das Ausziehen des Rohrs, das alle Augengläser enthält, genau zu einer Deutlichkeit bestimmen und nach einer beliebig entgegen gesetzten Wand richten kann. Es ist eben der Fall, der im 7 und 8 Abschnitte gezeigt worden; nur mus man hier das vom Objectivglase entworfene Bild als den Gegenstand für das oder die Augengläser ansehen.

Lasset auf diese Art das Sonnenbild, in einem finstern Gemach, durch ein Sternrohr, dessen Gläser und folglich auch genaue Vergröserung euch bekannt sind, auf eine mit den Gläsern parallele weisse Wand deutlich fallen; und messet nicht nur den Diameter des Sonnenbildes, sondern auch den Abstand desselben von dem Orte des Auges am Fernrohr. Ihr erkennet diesen Ort im Finstern leicht, vermittelst der beleuchteten Sonnenstäublein, an den beyden Spitzen der Lichtkegel, die einander nahe am Fernrohr durchschneiden.

Nun leget das Fernrohr, dessen Vergröserung ihr zu wissen verlanget, an des erstern Stelle, und suchet durch dieses wiederum das deutliche Sonnenbild, doch so, daß der Ort des Auges eben so weit von der Wand abstehe, als er in dem erstern Fernrohr abstund. Messet auch den Diameter dieses Sonnenbilds mit dem vorigen Maasstabe, und vergleichet ihn mit dem Diameter des Sonnenbildes des ersteren bekannten Fernrohrs; da dann diese beyde Fernröhren in

eben

eben derselben Verhältnis nach dem Diameter vergrösern, in welcher ihre Sonnenbilder gegen einander stehen, wie aus der Einrichtung der Fernröhren erhellet. Denn in beyden Fernröhren ist einerley wahre Entfernung, nehmlich einerley Winkel von dem Sonnenteller am Objectivglase; und die Winkel, unter denen die beyderley Sonnenbilder vom Augenglase auf die Wand fallen, machen den Unterschied der scheinbaren Entfernung in beyden Fernröhren.

Z. E. das erstere Fernrohr vergrösere kraft der Brennweiten seiner Gläser 10mal im Diameter, und seines Sonnenbildes Diameter halte 4 Zolle, der Diameter des Sonnenbildes vom andern Fernrohr aber 12 Zolle: so verhält sich 4 : 12 = 10 : x, und also ist $\frac{12 \times 10}{4}$ = 30mal die Vergröserung des Fernrohrs, welche man zu wissen verlangte.

Es wird freylich ein geschicktes Gestell zu dieser Untersuchung erfordert, wenn sie pünktlich seyn soll: doch da hierzu ein Abstand der Wand vom Ende des Fernrohrs, der nur 2 bis 3 Fuß beträgt, hinlänglich ist; so kann ein ganz leichtes Gestell, mit der Wand zugleich, an das Fernrohr selbst befestiget, und alles miteinander in gerader Linie nach der Sonne gerichtet werden. Das Fernrohr liegt in der Oeffnung des finstern Gemachs auf, und das Licht, so neben ihm noch einfallen kann, wird durch ein Stück Tuch, Filz ꝛc. abgehalten.

§. 299.

Diejenigen, denen es an hinlänglicher Erkanntnis und Erfahrung in dioptrischen Werkzeugen mangelt, machen sich insgemein einen ganz falschen Begriff von der Vergröserung der Fernröhren. Sie hoffen z. E. den Mond, durch ein Sternrohr das 48mal im Diameter vergrösert, 48mal breiter als

mit blosen Augen zu sehen; und doch finden sie sich bey einem Versuch in ihrer Hoffnung sehr betrogen.

Gröser oder näher sehen macht uns einen und eben denselben Begriff §. 91. Wir sehen gröser, was wir näher sehen; und dasjenige scheint uns näher zu seyn, was wir gröser sehen, wenn uns der wahre Abstand nicht sonst woher richtig bekannt ist.

Man nimmt die mittlere Entfernung des Monds von der Erde 48000 geographische Meilen groß an. Gesetzt nun, man sehe ihn durch ein Fernrohr an, das 48mal vergrösert: so wird man ihn 48mal näher sehen; das ist, man wird ihn eben so groß sehen, als er den blosen guten Augen erscheinen würde, wenn er nur 1000 Meilen von uns abstünde.

Es hat mit den Erdröhren eine ganz gleiche Beschaffenheit. Wenn wir durch eines derselben, das 8mal vergrösert, nach einem Orte schauen, der eine Meile, oder 8000 gemeine Schritte von uns entlegen ist: so sehen wir diesen Ort eben so groß, als wir ihn mit blosen guten Augen sehen würden, wenn er nur $\frac{1}{8}$ Meile von uns abstünde.

Wenn eine Sache nur 1 Ruthe von uns entfernt ist; so sehen wir sie in einer gewissen Gröse: man rücke sie 100 Ruthen von uns hinweg; so sehen wir sie alsdann 100mal kleiner. Wird sie aber 100mal daselbst vergrösert, so erscheint sie uns 100mal näher, und also an eben dem Orte, und eben so groß, als wir sie anfangs 1 Ruthe entfernt gesehen hatten mit blosen Augen.

Will man also die Vergröserung eines Fernrohrs bestimmen, aus dem Abstande in welchen man durch das Fernrohr eben so sehen will, wie man in einem gegebenen Abstande mit blosen guten Augen würklich siehet: so hat man nur nöthig den ersteren Abstand durch den letzteren zu dividiren, um in dem Quotien-

ten

ten die gesuchte Vergröserung des Fernrohrs zu erlangen.

Z. E. Ich kann mit blosen Augen auf 400 gemeine Schritte Manns- und Weibspersonen an der Kleidung noch richtig voneinander unterscheiden, und wünschte eben dieses auf eine Meile oder 8000 solcher Schritte thun zu können: wie vielmal mus das Fernrohr vergrösern, wordurch ich diesen Zweck erreichen kann?

Es ist natürlich, daß das verlangte Fernrohr eben so vielmal vergrösern müsse, als 400 in 8000 enthalten ist: folglich ist 400 : 8000 = 1 : x und also die gesuchte Vergröserung $\frac{8000}{400}$ = 20malig.

Man hat hier allemal ein deutliches Sehen in die Ferne vermittelst bloser Augen, mit dem deutlichen Sehen durch das Fernrohr zu vergleichen. Wenn also der Kurzsichtige diese Vergleichung machen will; so mus er nach der Erfahrung, die er durch das seinem Auge angemessene Hohlglas macht, handeln, oder die Erfahrung eines guten Auges zu rath ziehen.

Je gröser die Entfernung auf der Erde ist, desto dunkeler erscheinen die Gegenstände unsern Augen aus mancherley Ursachen. Das Erdrohr soll demnach heller zeigen, als die blosen Augen sehen, und desto heller, je weiter die Sache entlegen ist. Wie dieses erhalten werde, ist oben in der Abhandlung von den Erdröhren gezeigt, und erwiesen worden, daß sonderlich die Collectivgläser zu diesem Zwecke am tüchtigsten seyen, wie mich auch die Erfahrung gelehret; oder der Gebrauch eines Augenglases von gröserer Brennweite, als die für nähere Sachen taugliche.

In Ermanglung eines so hellen Erdrohrs nimmt man die Zeit wohl in acht, wo der sehr entlegene Gegenstand am stärksten für den Stand unseres Auges beleuchtet wird. So läßt sich eine Mittagsgegend etliche Stunden nach der Sonnen Aufgang und vor ihrem

Unter-

Untergang, sonderlich im Sommer; die Morgengegend Abends, und die Abendgegend Morgens; die Mitternachtgegend den ganzen Tag über; alle aber wenn sie mit einem kleinen Schnee bedeckt sind, am besten sehen. Zuweilen sehen wir mit blosen Augen weit entlegene Sachen um ein ansehnliches näher als zu einer andern Zeit, wo die Luft eben so heiter erscheint; zu dieser Zeit ist es also ebenfalls vortheilhaft, solche Gegenden durch Erdröhre zu betrachten.

Endlich siehet man aus einem dunkelen Orte viel besser durch ein Fernrohr, als im freyen Felde, oder wo sonst das Aug von allerley fremdem Lichte eingenommen werden kann.

§. 300.

Die Gläser, womit man in ihrer Verbindung entfernte Sachen näher, gröser, und also auch deutlicher siehet, müssen an einerley Hauptaxe stehen; ordentlicher Weise einen rechten Winkel mit der Hauptaxe machen; und sich zugleich miteinander bequem nach allerley Gegenden richten lassen. Dieses kann nicht wohl ohne ein Rohr geschehen; und weil überdiß der Abstand der Augengläser vom Objectivglase sich für verschiedene Augen und Entfernungen mus ändern können; so sind wenigstens zwey ineinander gehende Röhren nöthig.

Man hat zwar würklich dergleichen Werkzeuge ohne Röhren: allein sie werden entweder nur bey Nacht an dem Himmel gebraucht; oder wenn man sie auch am Tage zu Gegenständen auf der Erde anwendet, so haben sie ein hohles Augenglas von viel gröserer Brennweite, als es in Röhren nöthig wäre. Man kann zwar durch alle Verbindungen der Gläser auch am Tage gut sehen ohne Röhren, wenn das recht bedeckte Objectivglas in der Oeffnung eines

verfin-

verfinsterten Zimmers stehet: aber da vertritt das finstere Zimmer die Stelle der Röhren. Doch müssen auch hier die Gläser an einer geraden Stange stehen, und sich verschieben lassen. Es hat dieses sonderlich den Nutzen, daß die Lichtkegel durch alle Gläser deutlich erscheinen, wenn man die Luft mit einigem Rauche erfüllt.

Die sphärischen Gläser werden zirkelrund, aus guten Gründen, gemacht: und wenn man ihnen eine länglichtrunde, vier- oder achteckigte Gestalt giebt; so hat es besondere Absichten. Man macht daher auch die Röhren walzenförmig, weil sie sich für runde Gläser am besten schicken; den kleinsten Raum einnehmen; und sich ineinander nicht nur verschieben, sondern auch drehen lassen.

Welche Fernröhren ausser dem Hause, im freyen Felde, auf Reisen ꝛc. dienen sollen, die müssen mehrere Röhren haben, welche alle ineinander gehen, und zu einer bequemen Länge sich einstecken lassen. Meistens setzt man das Objectivglas in das gröste, die Augengläser aber in das kleinste oder dünneste Rohr: doch kehrt man oft auch diese Ordnung gerad um, und setzt das Objectivglas an das kleinste, die Augengläser aber in die dickere, und zwar jedes in ein besonderes Rohr. Diese letztere Art hat den Vortheil, wenigstens kann man ihn erhalten, daß die Ende der Röhren zugleich die Stelle der meisten Blendungen vertretten; überdiß sind sie mit freyer Hand leichter als die andern zu regieren, weil ihr Schwerpunkt, wenn sie auch eine ziemliche Länge haben, noch in die Hand fällt. Man mag die eine oder die andere Art erwählen; so mus das Rohr, worein das Objectivglas zu stehen kommt, noch etwas dicker seyn, als die gröste Oeffnung, deren das Objectivglas fähig ist.

Wenn

Wenn das Fernrohr länger wird, als 6 bis 8 Fuß; so ists üblich, daß man die Röhren von gleicher Dicke macht, das letzte am Auge ausgenommen, welches allemal sich in dem andern mus verschieben lassen; und es ist bequem, wenn sich auch das vorderste eben so verschieben läßt. Alsdann aber darf das übrige Rohr eben nicht walzenförmig seyn; ja es hat mehrmalen in den Gestellen einen Vortheil, wenn es viereckigt oder achteckigt ist, nur an beyden Enden mus es, einen Fuß etwa lang, ein Futter haben, das innen zirkelrund ist, für die beyden äusserste Rohrstücke.

Die Materie der Röhren richtet sich sonderlich nach deren Gebrauch im trockenen, oder an Orten die der freyen Luft und Witterung ausgesetzt sind. In allen Fällen müssen sie gerade bleiben, und dauerhaft seyn. Gut geleimtes Papier, sonderlich mit Leinwand überzogen, und endlich mit Pergament überkleidet, giebt gute ineinander gehende Röhren. Die von gleicher Dicke werden mit Leder oder Fischhaut überzogen, oder auch mit starkem Pergament. Grösere gleich dicke werden aus verzinntem Blech, Messing, Kupfer, oder auch dauerhaftem Holz verfertigt; ihre Theile werden mit Schrauben, oder äussern Ringen aneinander befestigt. Man macht sie innen schwarz, oder doch dunkel, aber ja nicht glänzend. Daher ist auch gut, wenn die ineinander geschobene Röhren nicht auf der ganzen innern Fläche des nächstgrösern lauffen, sondern nur auf dreyen etwas erhöheten schmalen Streifen oder Leisten. Man kann sie auch auf Stahlfedern lauffen lassen, die auf einer Seite befestigt sind, und auf der andern spannen.

§. 301.

Die Gläser selbst werden besonders gefaßt, und die Fassung erst in das Rohr befestigt, oder mit einer

ner Schraube versehen, daß man sie nach Gefallen abnehmen und mit dem Glase bewahren kann. Man faßt sie aber in Holz, Horn, Bein, und Metall.

Man mus die Gläser bequem einlegen und heraus nehmen können, ohne ihnen zu schaden; daher werden sie mit Schrauben, oder federhartem Drathe in ihr Lager so eingeschlossen, daß sie am bestimmten Orte unverruckt liegen bleiben. Was von der Fassung einen Theil der innern Fläche des Rohrs ausmacht, soll wie das Rohr geschwärzt werden.

Hölzerne Fassungen sind ganz gut, wenn sie aus hartem Holze verfertigt worden, und nach einiger Zeit erst nochmals pünktlich ausgedrehet werden. Das im Saft gefällte, und ein halb Jahr ins Wasser versinkte taugt hierzu sehr gut, selbst wo es der Witterung ausgesetzt ist. Horn ist sehr wandelbar; Bein hingegen, wenn es schwarz gebeitzt worden, thut hier gute Dienste, Metall aber, es sey Messing oder Kupfer ꝛc. ist die sicherste Materie zur Fassung, nur mus es wohl gearbeitet seyn, damit die Gläser nicht daran beschädigt werden.

Weil man ein Erdrohr auch zuweilen als ein Sternrohr gebrauchen möchte; so ists besser, man setze die Fassung des letzten Augenglases in das letzte Rohr besonders, und die Fassung der beyden mittleren Augengläser auch in ein besonderes Rohr zusammen, welches sich in das letzte einschieben läßt; als wenn man alle drey Augengläser zusammen in Ein Rohr schließt. Es hat zuweilen auch seinen Nutzen, wenn die mittleren zwey Gläser in zwey Röhren stehen, und sich gegen-oder voneinander verschieben lassen.

§. 302.

Bedeckungen sind zirkelrunde Scheiben, genau in der Gröse der Gläser auf welche sie gelegt

werden,

werden, mit concentrischen Ausschnitten, welche eine verlangte Oeffnung des Glases begränzen. Man macht sie aus dickem Papier, Pergament, oder auch Messing ꝛc. in welchem letztern Fall sie das Glas nur am äussersten Rande berühren dürfen, und also in eine kugelförmige Gestalt getrieben werden.

Wenn die Fassungen den Gläsern schon ihre gröste Oeffnung geben; so haben sonderlich die Augengläser keiner weitern Bedeckung vonnöthen: wohl aber das Objectivglas verschiedener; damit man die Helligkeit des Fernrohrs nach Gefallen ändern, und von der grösten Oeffnung an bis auf die kleinste bestimmen könne. Welches sonderlich bey den Sternröhren nöthig ist, wo die Oeffnung sich nach dem sehr unterschiedenen Lichte der Sonnen, des Monds und der Sterne richten mus. Die Anfänger suchen die tauglichste Bedeckungen am besten durchs Versuchen.

Es ist sehr bequem, an statt der Bedeckungen des Objectivglases, mehrere Ringe ineinander zu stecken, und alle miteinander in die Fassung des Objectivglases einzulassen. Diese Ringe können etwa 1 Zoll breit und 1 Linie dick seyn, sie müssen einen erhöheten Angriff haben etwa $\frac{1}{4}$ Zoll breit, um einen nach dem andern bequem anstecken oder heraus nehmen zu können. In dem kleinsten Ringe macht man ein Lager für etliche messingene Scheiblein, welche die kleinsten Oeffnungen unter $\frac{1}{2}$ Zoll enthalten. Man schonet auf diese Weise die kostbare Objectivgläser, und darneben vertritt dieser vorstechende Kegel zugleich die Stelle einer äussern Blendung.

Diese Bedeckungen lassen einen Theil des Glases von seiner Mitte an geöffnet, mehrere oder wenigere Strahlen vom Gegenstande einzulassen. Es wäre aber zuweilen nützlich den Glanz eines hellen Gegenstands ganz zu hindern, daß er gar nicht in das

Aug

Aug fiele, um die ihm sehr nahe dunkelere Sachen desto besser sehen zu können. Eine solche Bedeckung kann nicht auf dem Objectivglase geschehen, sondern nur an dem Orte des Bildes, welches das Objectivglas von der Sache macht.

Ich kam auf diesen Einfall zufälliger Weise, als ich an einem sehr heitern Abend den $2\frac{1}{2}$ Tag alten Mond, den Jupiter, und den Saturnus zu gleicher Zeit durch ein Sternrohr betrachten wollte. Dieses hatte ein Objectivglas von 12 Fuß, und ein davon 8 Fuß abstehendes Collectivglas von 14 Fuß, darneben aber ein Augenglas von 4 Zoll Brennweite; es vergröserte also nur 28mal, zeigte aber sehr helle, indem ich dem Objectivglase seine gröste Oeffnung ließ.

Anfangs betrachtete den Mond, und sahe in dem dunkelen Theile seiner Fläche mehr Unterschied als sonst: da ich aber die beleuchtete Sichel aus dem Sehefeld hinaus rückte; so erschienen mir im dunkelen Theile sogleich die gewöhnlichen gröfere und mittlere Flecken sehr schwarz, das übrige aber halbhell mit untermischtem schwarzen. Nun richtete ich das Fernrohr gegen den Saturnus; der sehr mässigen Vergröserung ungeachtet, sahe ich doch seinen Ring recht deutlich, aber keinen seiner Trabanten. Als ich endlich den Jupiter, ohne etwas am Sternrohr zu verändern, ansahe; erblickte ich ihn mit gefarbtem und so starken Lichte, daß ich in seinem Glanze keinen seiner Trabanten sehen konnte. Daher steckte ich einen ganz schwarzen Drath, der nicht dicker war, als daß er das Bild des Jupiters völlig bedecken konnte, durch den Diameter des Rohrs an dem Orte, wo des Objectivglases Brennweite sich endigte. Nun erschienen mir drey Trabanten neben dem verdeckten Jupiter so helle, als ich sie wohl niemals zuvor gesehen hatte, der vierte war zu dieser Zeit hinter dem Planeten verborgen.

§. 303.

Blendungen sind ebenfalls Bedeckungen; nur liegen sie nicht unmittelbar auf den Gläsern, sondern stehen in dem Raum vor- hinter- oder zwischen denselben. Sie sind bestimmt das Licht abzuhalten, das nicht zu den Lichtkegeln gehört, welche die Bilder im Fernrohr machen.

Man verfertigt sie meistens aus hartem schwarzgebeizten Holze, und zwar $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dick; doch wird die Oeffnung kegelförmig und scharf zugedreht, weil sie sonst selbst ein falsches Licht machen, das sie doch verhindern sollen.

Tab. VII. Fig. 51

Wenn ein Fernrohr nach Hugenischer Art so gestellt ist, daß alle Seitenaxen hA und gB Fig. 51. die Hauptaxe Fc in F, dem äussern Brennpunkte des Objectivglases, schneiden, und nach dem Brechen in diesem, mit der Hauptaxe parallel in Ad und Be fortgehen: so hätte ein solch Fernrohr nur zwo Blendungen nöthig; die eine im äussern Brennpunkte des Objectivglases F, und die andere an dem Orte des Auges oo, welche letztere das **Sehnloch** heißt; und beyde erforderten nur eine Oeffnung, die der Breite des Augsterns bey eben solcher Helligkeit, als das Fernrohr gewähret, gleich wäre. Eine Probe zeigt solches ganz richtig und gut. Allein auf diese Art müßte die Länge des Fernrohrs die gedoppelte Summe der Brennweiten aller Gläser, die es enthielte, seyn; das würde aber beschwerlich, und bey grosen Objectivgläsern ganz unthunlich werden.

Daher sucht man die fremde Lichtstrahlen durch mehrere Blendungen, die zwischen den Gläsern stehen, abzuhalten. Jedoch ist sehr gut, wenn etwa 2 bis 6 Zolle weit über das Objectivglas hinaus, gegen F, die erste Blendung stehet, die zugleich zur Bedeckung und Schutz dieses Glases dienet §. 302.

Das

Das Sehnloch, oder die letzte Blendung, sollte eigentlich in o o stehen, und dürfte daselbst keine grösere Oeffnung haben, als die gröste Breite des Augsterns beträgt. Allein da man das Aug nicht so nahe an diese Blendung halten kann; so setzt man sie etwas näher gegen das Aug in t t, wo sie ein wenig weiter geöffnet seyn mus. Sie hindert, daß sich das Aug nicht im Augenglase spiegle, und leitet dasselbe immer an den rechten Ort zum besten Sehen.

Unter den Blendungen zwischen diesen beyden ist noch eine ganz nothwendig, nehmlich diejenige, welche das Sehefeld, oder das gröste Bild, so man auf einmal übersehen kann, begränzt. Sie mus also in f dem innern Brennpunkte des Objectivglases stehen, und genau nach der Breite des grösten Bildes d e geöffnet seyn.

Tab. VII. Fig. 54

Fallen, wie in dem Erdrohr, Fig. 54. d e und δ ε als zwey Bilder in das Fernrohr; so mus ein jedes derselben in f und l eine Blendung erhalten. Sie kann aber auch um etwas von dem Bilde, vor oder hinter demselben stehen, wenn sie an dem Orte des Bildes ein anderes Vorhaben hindern sollte. In dem Holländischen Fernrohr kommt diese Blendung an das negative Bild zu stehen.

Die übrigen Blendungen sind nicht so nothwendig, doch ist noch eine zwischen dem Objectivglase und seinem Bilde wohl dienlich. Wenn das Objectivglas ein Collectivglas hat; so sind mehrere Blendungen als die besagte eher hinderlich als förderlich.

Doch wo sich alle Röhren ineinander verschieben lassen, setzt man gemeiniglich an das gegen das Objectivglas gekehrte Ende eines jeden Rohrs eine Blendung; nicht sowol aus einer Nothwendigkeit, als vielmehr nur den Röhren damit einen mehreren Halt zu geben, sonderlich wenn sie sehr dünne sind. Man

giebt hier den unnöthigen am sichersten eine grösere Oeffnung, damit sie die nöthige in mancherley Auszügen der Röhren nicht hindern.

In der Hugenischen Art erhalten alle Zwischenblendungen, sie mögen stehen wo sie wollen, ihre Oeffnung eben so groß, als die geöffnete Breite des Objectivglases, des Augenglases, oder des ersten Bildes beträgt, denn diese drey Breiten sind hier alle einander gleich; ja wenn die Augengläser einerley Brennweite haben, so ist auch das 2te Bild so groß als das erste, folglich seine Blendung ebenfalls den übrigen gleich.

In andern Arten aber weiß ich den Anfängern keine leichtere Anleitung, zur Beurtheilung der guten Blendungen, als diese, zu geben: Ziehet das Fernrohr aus, wie es die Brennweite der Gläser erfordert, und nehmet hernach alle Gläser heraus, doch lasset die Bedeckung des Objectivglases, welche die
Tab. VII. Fig. 52 gröste Oeffnung desselben enthält, an ihrem Orte. Nun sehet mit blosem Auge, gegen einen lichten Ort, von dem Lager des Augenglases kl Fig. 52. an, nach AB, der grösten Oeffnung des Objectivglases, und zwar sowol aus c der Mitte des Glases, als auch aus den äussersten Punkten k und l. Erblicket ihr hier allemal die Oeffnung AB ganz an dem Rande aller Blendungen hin; so stehen sie recht, und haben die gehörige Oeffnungen.

Will man diese Blendungen rechnen und zeichnen; so dienet hierzu folgendes: die Breite des Bildes de, und also auch der Hauptblendung daselbst wird gefunden, wenn man das Product der Brennweite des Objectivglases Cf, und der Breite des Augenglases kl, durch Cc die Summe der Brennweite des Augenglases und Objectivglases dividirt.

Man

Man multiplicire diese gefundene Gröse des Bildes de mit der Brennweite des Objectivglases, und dividire das Product durch die Breite der grösten Oeffnung des Objectivglases, abgezogen von der Breite des Bildes; oder durch den Unterschied dieser beyden Breiten: so erlangt man im Quotienten die Höhe eines Triangels, dessen Grundlinie die Breite des Bildes de ist, und dessen Seiten aus d und e durch A und B gehen, und die Oeffnungen aller Blendungen vom Objectivglase an bis an das Bild d e bestimmen, wenn man den Abstand des Orts der Blendung von der Spitze dieses Triangels an giebt.

Wenn die Augengläser im Erdrohr ungleiche Brennweiten haben; so dividirt man das Product der Brennweite des zweyten Augenglases und der Breite des ersten Bildes, durch die Brennweite des ersten Augenglases, und erlangt im Quotienten die Breite des zweyten Bilds, folglich auch der Oeffnung der dahin gehörigen Blendung.

§. 304.

Die Gestelle zu den Fernröhren lassen sich den Anfängern nicht wohl beschreiben: sie müssen solche würklich sehen.

Kleinere Fernröhren, von höchstens 3 Fuß Länge, lassen sich noch ziemlich von freyer Hand regieren; doch erfordert es hier schon eine gute Uebung. Längere, und sonderlich alle Sternröhren, sind ohne Gestelle nicht wohl zu nutzen: und diese müssen desto vester und pünktlicher seyn, je länger das Fernrohr ist, oder je mehr es vergrösert.

Die Eigenschaften eines guten Gestells zu Fernröhren sind diese: es mus selbst ganz veste stehen; das Fernrohr völlig gerade erhalten; und einer dreyfachen leichten Bewegung des Fernrohrs fähig seyn,

nehmlich solches nach der Höhe des Auges, und ferner nach der Höhe des Gegenstands zu erhöhen oder zu erniedrigen, endlich auch nach allen Gegenden seitwarts zu wenden; neben diesem allem soll es so leicht und einfach seyn, als es nur immer der Zweck verstattet.

§. 305.

Das Micrometer ist zwar nach allen seinen Arten keine Sache für die Anfänger: dennoch aber ist gut wenn sie wenigstens einigen Begriff davon haben, dessen sie auch in Ansehung einiger Gattungen fähig sind.

Es ist solches ein Werkzeug, womit man durch ein Fernrohr die kleine Winkel mißt, welche entfernte Sachen am Auge machen würden, wenn sie unmittelbar in dasselbe fielen, von blosen Augen aber nicht mehr unterschieden werden können. Es hat vornehmlich seinen Nutzen in der Sternkunst, die scheinbare Diameter der Planeten, oder den scheinbaren Abstand naher Sterne voneinander genau zu finden.

Die Sache die man messen soll erscheint im Fernrohr dem Auge viel gröser, und deutlicher, als ohne dasselbe. Man mißt hier also das Bild der Sache, und vergleicht es hernach durch Rechnung mit der Sache selbst. Das Bild von sehr entfernten Dingen stehet in dem Brennpunkte des Objectivglases; da ist also auch der Ort, wo das Micrometer angebracht wird. Und weil das Augenglas für ein jedes Aug so gestellt wird, daß dieses das Bild durch jenes deutlich sehen kann; so siehet es auch an dem Orte des Bildes die Werkzeuge deutlich und scharf, womit man mißt.

Man mißt aber hier die Breite des Bildes mit zarten Fäden, dünnem Drath ꝛc. welche vermittelst der Schrauben gegeneinander bewegt werden, auch mit den Schrauben allein. Die leztere Art ist wohl den Anfängern die faßlichste.

Man

Man verfertigt einen starken Ring von Messing, Kupfer, oder auch Eisen, etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll breit, und im Lichten so weit, daß er sich willig an das letzte Rohr, in welchem das Augenglas stehet, anstreifen läßt Genau in dem Diameter des Rings mitten in seiner Breite wird auf beyden Seiten eine Schraubenmutter so eingeschnitten, daß, wenn die Schrauben innen zusammen stosen, sie genau eine gerade Linie, die den Diameter vorstellt, miteinander machen. Die Schrauben selbst sind so dick, daß sie sich nicht biegen und ein gutes ganz gleiches Gewende annehmen können; am äussern Ende haben sie einen runden Angriff, an dem auf einer Seite eine Spitze vorsticht, um daran zu erkennen, ob ein ganzer, halber oder 4tels Schraubengang durch das Umwenden vollendet worden sey. Endlich an dem Orte, wo das Bild des Objectivglases zu stehen kommt, werden im Diameter des letzten Rohrs 2 runde Löcher in das Rohr gemacht, durch welche die Schrauben ohne Zwang eingehen können. Ein Kurzsichtiger mus das Augenglas näher gegen das Bild rücken, als das gute Aug; weil nun das Micrometer unbeweglich ist, so mus in diesem Fall die Fassung des Augenglases beweglich gemacht werden.

In dem Gebrauch macht man erstlich das Fernrohr in der Richtung nach der Sache, die man messen will, veste; hernach stellt man die eine Schraube so, daß sie das Bild auf dieser Seite berührt, und sogleich treibt man die andere Schraube an das gegenseitige Ende des Bildes; endlich schraubt man eine von den Schrauben immer fort, bis beyde genau zusammen stosen, und zählt pünktlich, wie viel ganze Umgänge der Schraube man durch die Breite des Bildes gemacht habe. Wenn die letzte Umwendung keinen ganzen Schraubengang mehr be-

trägt; so merkt man noch an ob es noch $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$ desselben ausmache, welches an der Spitze des Angriffs, ohne eine Ziffertafel, noch leicht zu erkennen ist.

Nun hat man zwar die Breite des gemessenen Bildes in Schraubengängen; wenn man aber den Winkel der Sache am Auge dardurch bestimmen soll, so ist noch ferner zu wissen nöthig, wie viel Grade, Minuten ꝛc. ein Schraubengang am Bilde in der entfernten Sache betrage?

Dieses zu finden hat man zween Wege. Entweder mißt man mit dem Micrometer den Abstand zer Fixsterne voneinander, die auf einmal in das Sehefeld des Fernrohrs fallen, der aber schon in bewährten astronomischen Tafeln berechnet gefunden wird; und dividirt den schon bekannten Abstand durch die gefundene Schraubenumgänge, da dann der Quotient zeigt, wie viel Minuten, Secunden ꝛc. Ein Schraubengang am Gegenstande austrage.

Oder man stellt den vordern Stern an das Ende der einen Schraube, und zählt auf einer pünktlichen Uhr die Minuten, Secunden ꝛc. welche verfliessen, bis der andere Stern ebenfalls an das Ende der nämlichen Schraube rückt. Diese beobachtete Zeit dividirt man durch die Zahl der Schraubengänge, die man durch das Micrometer von dem einen Stern zum andern gefunden; so hat mau ebenfalls die Minuten, Secunden ꝛc. Eines Schraubengangs.

Es erhellet hieraus, daß man das Micrometer auch auf der Erde anwenden könnte, die kleine Winkel von entfernten Sachen auf eine ganz ähnliche Art zu messen. Es würde dienen die wahre Gröse einer entlegenen Sache zu bestimmen; denn man erhielte dardurch die scheinbare Gröse der Sache. Die wahre Entfernung ist durch die Brennweite des Objectivglases, und die scheinbare Entfernung durch die Brennweite

weite des Augenglases, oder vielmehr durch seinen Abstand vom Bilde im Fernrohr, gegeben: Nun aber verhält sich die wahre Entfernung zur scheinbaren, wie die scheinbare Größe zur wahren Größe.

Endlich ist von selbst klar, daß man das Micrometer nicht an das holländische Fernrohr bringen könne; weil das positive Bild daselbst nicht im Fernrohr, sondern im Auge stehet. Die neueste und pünktlichste Art der Micrometer ist eine mit Diamant in Glas geschnittene Scale, welche in den Ort des vom Objectivglase entworfenen Bildes gesetzt wird; entweder nur in einem Fernrohr, oder in zweyen zugleich, die einen kleinen Winkel zu messen mit besondern Vortheilen verbunden sind.

§. 306.

Gleichwie man erhabene und hohle Brillen vor beyde Augen zugleich hält, und schärfer siehet, als wenn nur das eine Aug ein Glas bekömmt: so hat man auch mit Vortheil gedoppelte Fernröhren gemacht, die dergestalten nebeneinander liegen, daß beyde Augen zugleich eben denselben Gegenstand betrachten können.

Die Fernröhren sind hier in nichts unterschieden von denen, die man nur vor Ein Auge hält; nur müssen sie gleiche Verhältnis der Gläser, Länge und Dicke durchaus haben. Ihre Gestalt ist am besten ein abgekürzter Kegel, an dessen schmälere Fläche das Objectivglas gesetzt wird.

Das Gestell ist so beschaffen, daß man den beyden Fernröhren einen beliebigen Winkel, auf jede Entfernung der Sache, die doch aber nicht sehr nahe liegen darf, bequem geben kann. Was oben §. 194. von der Gesichtsgränze und den Sehearen gesagt worden, ist hier besonders wohl anzuwenden.

Der Grund des Gestells ist ein viereckichtes Brett einige Zolle kürzer als die Fernröhren, und noch einmal so breit, als der Abstand der Augsterne voneinander beträgt; an den beyden schmalen Enden dieses Bretts sind 2 senkrechte Brettlein vestgemacht, die 2 Zoll mehr Höhe haben als eines der Fernröhren dick ist. Ein jedes dieser Brettlein enthält 2 länglichtrunde Ausschnitte, worinnen die Fernröhren aufliegen, und ihren nöthigen Spielraum erhalten. Die Winkel auf jeden Fall zu machen, dienen verschiedene messingene Bänder, die in Gewerben lauffen, und durch Schrauben regiert werden. Insgemein stehen deren 6 bey den Augengläsern in der Form eines 6ecks, und 2 nicht weit von den Objectivgläsern in der Gestalt eines Y, wovon ein Stänglein bis an den Ort der Augengläser gehet. Durch das 6eck laufft in 2 entgegengesetzten Bändern eine Schraube, und das Regierstänglein hat an seinem Ende ebenfalls eine dergleichen. Dieses ganze Gestell kommt noch auf ein besonderes Brett zu stehen, das bey den Objectivgläsern in Angeln laufft, und zur Erhöhung oder Erniedrigung dieser Fernröhren dient.

Obgleich die gedoppelte Fernröhren etwas unbequem sind: so siehet man doch sehr gut durch dieselben. Auch ungleiche Augen können sie nutzen, wenn nur die Gläser eines jeden Fernrohrs nach dem ihm zugehörigen Auge recht gerichtet werden, und der Unterschied der Augen nicht sehr groß ist.

Der dritte Abschnitt.

Practische Betrachtung der Vergröserungswerkzeuge, und zwar erstlich derer, wordurch das Auge schauet.

§. 307.

Die Vergröserungswerkzeuge bestehen entweder nur aus einem einzelen erhabenen Glase, oder aus mehreren: und diese mehrere stehen entweder innerhalb, oder ausser ihrer Brennweite beysammen.

In dem Absehen auf den Gebrauch betrachtet man entweder den Gegenstand durch die Gläser; oder man läßt das vergröserte Bild der Sache auf eine weisse Wand fallen, und siehet es da mit blosen Augen an, wie einen jeden andern Gegenstand.

Man hat hier wieder, wie bey den Fernröhren, auf die Bedeckungen, Verhältnisse der Gläser, Fassungen, Blendungen, Gestelle, Micrometer, und über diß noch auf eine tüchtige Art die Sachen an die Vergröserungswerkzeuge zu bringen, und zu beleuchten, sein Augenmerk zu richten.

§. 308.

Die Oeffnung der Gläser erfordert hier die erste Betrachtung, und ich wollte sie, auch in Ansehung der einfachen Gläser, oben auf diese Gelegenheit versparen.

Wenn man durch ein einfaches Glas, das nahe an das Aug gehalten wird, deutlich sehen soll; so dürfen die Lichtkegel, welche die Sache ins Auge bringen, keine breitere Grundflächen haben, als die Gestalt des Glases, und die durch das Brechen entstehende Farben gestatten, damit man nicht einestheils

ein

ein gekrümmtes, andern Theils ein durch die Farben allzuverdunkeltes Bild erlange.

Auch den Anfängern ist noch leicht begreiflich, daß eine Abweichung, die aus der Kugelgestalt der Gläser entstehet, gröser werden müsse in Gläsern von kleinern Brennweiten, als in denen von gröfern; weil dort die Krümmung stärker ist, als hier. Es sind aber zu den einfachen Vergröserungsgläsern nur kleine Brennweiten tauglich, und desto kleinere, je stärker die Vergröserung werden soll.

Mit dem Farbenwinkel hat es eine ähnliche Bewandtnis; er hindert mehr in stark bauchichten als flächeren Gläsern.

Versucht man es würklich mit kleinen Gläsern; so zeigt sichs, daß für die meisten Augen ein erhabenes Glas von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite ein deutliches und reines Bild einer Sache im Auge mache, ohne eine Bedeckung nöthig zu haben. Der Augstern schließt also hier die Strahlen noch selbst aus, welche in einem breiteren Lichtkegel allzugrose Abweichungen zeigen würden.

Die mittlere Breite der Oeffnung des Auges kann 1 Linie groß angenommen werden; sonderlich wenn man auch ein mittleres Licht darzu annimmt: auf diese Art wäre eine Bedeckung oder Breite, die $\frac{1}{6}$ der Brennweite zur Oeffnung hätte, bey einem halbzolligen Glase hinlänglich. Bey stärkerem Lichte wird der Augstern kleiner; also wäre alsdann die Oeffnung in der Bedeckung auch kleiner zu setzen. Kurzsichtige können sie gemeiniglich gröser ertragen als Weitsichtige, und feine Gläser gröser als schlechtere. Diesemnach kommt es hier vornehmlich auch auf Versuche an in besondern Fällen.

Bey einfachen Gläsern aber, von kürzern Brennweiten als $\frac{1}{2}$ Zoll, sind würkliche Bedeckungen nothwen-

wendig; und man findet ihre Oeffnungen gut, wenn sie, vom halbzolligen Glase an, in eben der Verhältnis abnehmen, in welcher die Brennweiten kürzer werden.

T. IX. Fig. 66

Wenn also Fig. 66. fc die Brennweite von 6 Linien, und ab die Oeffnung des Auges von 1 Linie wäre: so würde die Brennweite fe von 4 Linien die Oeffnung dg von $\frac{4}{6}$ Linie; die Brennweite fi von 2 Linien, die Oeffnung hk von $\frac{2}{6}$ Linie; und so fort 1 Linie Brennweite $\frac{1}{6}$ Linie Oeffnung erfordern, und jede Oeffnung verhielte sich zu ihrer Brennweite wie 1 : 6.

Auf diese Weise bringen Gläser von verschiedenen Brennweiten gleich viel Licht ins Auge: denn die Lichtkegel hik, deg, acb ꝛc. endigen sich alle in i, e, c unter einerley Winkeln.

Je stärker die Vergröserung wird, desto gröser und auch desto dunkeler wird das Bild im Auge: Es wird aber die Vergröserung desto stärker, je kleiner die Brennweite des Glases ist. Z. E. 1 Zoll Brennweite vergrösert 8mal, $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite aber 16mal, und die Flächen verhalten sich wie die Quadrate der Breiten, also in diesen beyden Fällen wie 64 : 256, oder wie 1 zu 4. Es breitet sich also einerley Menge Lichts im 2ten Fall in einen 4mal grösern Raum aus, als im erstern; folglich mus auch das Bild in jenem Fall 4mal dunkeler werden, als in diesem. Vergleicht man dieser Bilder Flächen mit den Brennweiten der Gläser; so müssen diese auch im Quadrate angenommen werden: also nimmt das Bild im Auge zu, wie die Quadrate der Brennweiten abnehmen; und die Dunkelheit nimmt zu, wie das Quadrat der Vergröserung des Diameters.

Wenn aber, wie erst gezeigt worden, durch ein Glas von einer kleinern Brennweite, eben so viel

Licht

Licht als durch ein gröseres in das Auge fallen kann; so kann in solchen Fällen eine kleinere Breite des Glases eben so viele Helligkeit, als eine gröfere gewähren.

Man siehet mit blosen Augen nimmer völlig deutlich durch ein Löchlein, das schmäler ist als $\frac{1}{6}$ Linie. Es ist also auch nicht räthlich, einem Gläslein eine kleinere Oeffnung zu geben, auch wenn die Brennweite des Gläsleins eine kleinere erforderte nach obiger Regel; sondern man stelle das Aug in solchem Fall ganz ins Dunkele, und lasse das Licht durch eine kleine Blendung auf die Sache fallen, so wird man besser als mit der kleineren Bedeckung sehen.

Die Bedeckungen der Vergröserungsgläser müssen sehr rein gearbeitet werden; sonst bekommt man am Rande viel falschen Lichts, das eine ohnehin sehr kleine Oeffnung zuweilen fast ganz einnimmt. Da man durch ein kleines Löchlein die Sachen etwas kleiner siehet, als mit freyen Augen; so scheint hier auch noch überdiß eine Ablenkung der Lichtstrahlen am Rande zu geschehen. Denn die Erscheinung ist derjenigen, die man durch ein Hohlglas erhält, ähnlich.

Wenn ein sehr bauchichtes Vergröserungsglas ein Collectivglas von einem andern wird, das bey einer grösern Brennweite sehr dünne ist, und beyde Gläser einander berühren, oder doch nur etwa um eine halbe Linie, wenn es anders die gemeinschaftliche Brennweite gestattet, von einander stehen: so werden die Abweichungen geringer, und man kann mehr Oeffnung lassen, als wo ein einzeles Gläslein eben so viel als obige beyde vergröfert. Ich fand es sehr gut, wenn das gegen die Sache gekehrte Glas die gedoppelte Brennweite des andern sehr dik-

ken hatte, und die Vergröserung höchstens 30malig wurde. Es sind aber hier 3 Bedeckungen, nehmlich vornen und hinten, und wo die Gläser zusammenstosen, nöthig. Man kann auch das dicke Glas zum vordern machen; alsdann werden die Abweichungen noch geringer, das Sehefeld aber wird kleiner.

Man kann auf gleiche Weise die dichte gläserne, oder mit Wasser angefüllte Kugeln, sehr gut, als Vergröserungsgläser und zu andern Absichten, nutzen, wenn man ihnen ein Glas von wenigstens noch einmal so groser positiver Brennweite, als die ihrige von ihrer Mitte an beträgt, und also von $1\frac{1}{2}$ bis 2fachem Diameter der Kugel, beysetzt, und schickliche Bedeckungen anbringt.

§. 309.

Ein aus 2 Gläsern bestehendes Vergröserungswerkzeug ist einem Sternrohr ganz ähnlich: daher auch seine Helligkeit auf ähnliche Art berechnet wird, wie §. 226. gezeigt worden. Man dividirt das Quadrat der geöffneten Breite des Objectivglases durch das Quadrat der Vergröserung, sie zu erlangen.

Die Vergröserung dieser 2 verbundenen Gläser wird, nach §. 247. gefunden, wenn das Product aus 8 Zollen und dem Abstande des Objectivglases von seinem Bilde, dividirt wird durch das Product der Entfernung der Sache vom Objectivglase, und der Brennweite des Augenglases.

Der Abstand des Bildes vom Objectivglase entstehet aus dem Producte des Abstands der Sache von diesem Glase und der Brennweite des Objectivglases, dividirt durch den Unterschied dieser beyden Entfernungen. §. 65. 76.

Nennt

Tab. VII. Fig. 57

Nennt man nun, der Kürze wegen, Fig. 57. die Brennweite Ci des Objectivglases A, den Abstand CF der Sache vom Objectivglase d, den Abstand Cf des Bildes vom Objectivglase D, die Breite der Oeffnung des Objectivglases Z, und die Brennweite des Augenglases B; so ist hier die Vergröserung $= \frac{8 \times D}{B \times d}$, oder wenn man d immer $= 1$ annimmt $= \frac{8 \times D}{B}$, und das Quadrat derselben $= \frac{64 \times D \times D}{B \times B}$; folglich ist die Helligkeit $= \frac{B \times B \times Z \times Z}{64 \times D \times D}$, weil aber 8 und sein Quadrat 64 in allen Fällen einerley bleiben, und also, wo es nur auf die Vergleichung ankommt, weggelassen werden kann $= \frac{B \times B \times Z \times Z}{D \times D}$.

Z. E. Es sey in einem Vergröserungswerkzeuge, in Zollen, $B = 2$, $Z = \frac{1}{12}$, $D = 4$; in einem andern aber $B = 3$, $Z = \frac{1}{24}$, $D = 6$; so wird seyn die Helligkeit des ersteren $\frac{2 \times 2 \times 1 \times 1}{4 \times 4 \times 12 \times 12} = \frac{1}{4 \times 12 \times 12}$, und die Helligkeit des andern $= \frac{3 \times 3 \times 1 \times 1}{6 \times 6 \times 24 \times 24} = \frac{1}{4 \times 24 \times 24}$, und also die Helligkeit des erstern zur Helligkeit des andern, wie $4 \times 24 \times 24$ zu $4 \times 12 \times 12$, oder wie 4 zu 1, das ist, das erstere wird 4mal heller zeigen, als das andere.

Doch nach §. 308. ist die Menge der einfallenden Strahlen einerley, bey verschiedenen Oeffnungen des Objectivglases, wenn die Breiten dieser Oeffnungen gegen die Brennweiten der verschiedenen Gläser sich auf einerley Art verhalten. Gesetzt nun das halbzollige Glas könne hier, wie bey dem einfachen

fachen Gebrauch, $\frac{1}{12}$ Zoll Oeffnung haben; so könnte man bey allen Objectivgläsern von kleinerer Brennweite eine eben so grose Oeffnung in der Berechnung der Helligkeit annehmen. Ja sie würde auch bey etwas grösern Brennweiten nicht wohl gröser angenommen werden können für die Breite des Augsterns von 1 Linie. Es würde demnach in diesen Fällen, in Absicht auf die Helligkeit, $Z \asymp Z$ auch können weggelassen, und nur $B \asymp B$ durch $D \asymp D$ dividirt werden. In dem erstern Exempel wäre also in diesem Betracht die Helligkeit $= \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$, und im andern $= \frac{9}{36} = \frac{1}{4}$, folglich in beyden Fällen eine gleiche Helligkeit; wenn sie anders nicht durch andere Umstände einen Unterschied erhielte.

§. 310.

Die Undeutlichkeit dieser Vergröserungswerkzeuge zu bestimmen, hat für die Anfänger fast allzugrose Schwierigkeiten. Es wird für sie genug seyn zu wissen, daß eine grösere Oeffnung des Objectivglases, und eine kleinere Brennweite des Augenglases hier vornehmlich die Undeutlichkeit, wie bey den Sternröhren, vermehre; das Gegentheil aber, nehmlich eine kleinere Oeffnung des Objectivglases, und grösere Brennweite des Augenglases, dieselbe vermindere.

Doch mus man die Deutlichkeit nicht so weit vermehren wollen, daß die Helligkeit und Vergrösserung dadurch sehr geschwächt werden; sonst würde man auf einer Seite verlieren, was man auf der andern erlangt. Denn eine allzugrose Dunkelheit schadet eben so viel, als die erträgliche Undeutlichkeit, und mehr, als die verringerte Vergröserung. Da hier auch vieles, ja die Hauptsache, auf feine Gläser ankommt, die mehr Oeffnung als die schlechteren

teren ertragen; so bleibt die Erfahrung das sicherste Mittel zu einer völligen Bestimmung.

§. 311.

Es ist zwar oben §. 249. f. eine leichte Art gezeigt worden, wie die Anfänger, aus der gegebenen Vergröserung einer Verbindung 2er und mehrerer Gläser, die Brennweiten dieser Gläser finden können: und es wird allemal etwas sehr erträgliches heraus kommen, wenn die Vergröserung nicht in sehr ungleiche Zahlen verfällt wird. Doch ist sie allein nicht hinlänglich zur Bestimmung der Gläser, die für eine jede Absicht die besten sind; sondern man hat sie noch zu prüfen nach den Regeln der Helligkeit und Deutlichkeit. §. 309. 310. Bey allem dem aber wird man noch Augen antreffen, die eine für sie noch tauglichere Einrichtung verlangen; welche meines Erachtens, wie oben bey den Fernröhren §. 290. f., in der Vergleichung der Gläser mit der gewohnten Oeffnung des Auges zu suchen ist, damit auch hier allezeit die ganze Oeffnung mit guten Lichtkegeln erfüllet werde.

§. 312.

Tab. VII. Fig. 57

In einem aus 2 Gläsern bestehenden Vergröserungswerkzeuge verhält sich, nach Fig. 57.,

$$cf : Cf = rs : AB$$

oder die Brennweite des Augenglases verhält sich zum Abstande des Objectivglases von seinem Bilde, wie die Breite des Augsterns zu der geöffneten Breite des Objectivglases. Man nenne, über die §. 309. schon angenommene Benennungen, rs, die Breite des Augsterns, O; so ist

$$B : D = O : Z$$
$$D : B = Z : O$$
$$O : Z = B : D$$
$$Z : O = D : B$$

und

und läßt sich aus 3 von diesen Grösen, durch die Proportionsregel, allemal die 4te finden, in der Verhältnis gegen den Augstern.

Man siehet aus dieser Proportion so gleich, daß wo Z = O, auch D = B seyn werde. Ferner daß Z nicht gröser als O seyn dürfe, wenn die mittlere Breite des Augsterns = 1 Linie angenommen wird; weil hier 1 Zoll Brennweite nicht wohl mehr als 1 Linie Oeffnung verträgt, und doch selten ein gröseres Objectivglas gebraucht wird. Wohl aber kann O kleiner als Z werden; und da wird auch D allezeit kleiner als B seyn müssen.

Es ist zwar bey Vergröserungswerkzeugen, für die meisten Augen, noch sehr erträglich, wenn O = $\frac{1}{2}$ Linie angenommen wird; in diesem Fall könnte Z gröser als O werden, und D gröser als B, wenn man für 1 Zoll Brennweite 1 Linie Oeffnung annimmt; welches man der Deutlichkeit wegen meistens thut, und ich auch hier, doch ohne dißfalls etwas vest zu setzen, thun will, und zwar so, daß in kleineren Gläsern von 1 Zoll an allemal die Zolle der Brennweiten, und die Linien der Oeffnungen eine gleiche Zahl erhalten. Einige Exempel werden es den Anfängern hinlänglich klar machen.

1.) Es sey O = 1 Linie, Z = 1 Linie; so wird A = 1 Zoll. A sey zu B wie 1 zu 2; so ist B = 2 Zoll, und D = 2 Zoll, d = $\frac{D \times A}{D - A} = \frac{2 \times 1}{2 - 1} =$ 2 Zoll, die Vergröserung = $\frac{8 \times D}{B \times d} = \frac{8 \times 2}{2 \times 2} =$ 4malig, und endlich die Helligkeit = Z × Z dividirt durch das Quadrat der Vergröserung = $\frac{1}{16}$.

2.) Es sey O = $\frac{1}{2}$ Linie, Z = $\frac{1}{2}$ Linie; so ist A = $\frac{1}{2}$ Zoll. A sey zu B wie 1 : 4; so ist B = 2 Zoll, und D = 2 Zoll, d = $\frac{2 \times 1 \times 2}{2 \times 3} = \frac{2}{3}$ Zoll,

die Vergröserung $= \frac{8 \times 2}{2 \times \frac{2}{3}} = \frac{8 \times 2 \times 3}{4} =$ 12malig,

die Helligkeit, nach der allgemeinen Regel, $= \frac{1}{4 \times 144} =$ $\frac{1}{576}$, wenn aber angenommen wird, daß $\frac{1}{2}$ Linie Oeffnung hier eben so viel Licht ins Auge bringe, als 1 Linie Oeffnung bey 1 Zoll Brennweite; so ist sie $= \frac{1}{144}$, und also 4mal stärker, welches auch mit der Erfahrung übereinstimmt.

3.) Es sey O = 1 Linie, Z = $\frac{2}{3}$ Linie; so ist A = $\frac{2}{3}$ Zoll. A sey zu B wie 1 : 3; so ist $B = \frac{3 \times 2}{3} = 2$ Zoll, D $= \frac{B \times Z}{O} = \frac{2 \times 2}{1 \times 3} = \frac{4}{3} = 1\frac{1}{3}$ Zoll, d $= \frac{4 \times 2 \times 3}{3 \times 3 \times 2}$ $= \frac{4}{3} = 1\frac{1}{3}$ Zoll, die Vergröserung $= \frac{8 \times 4 \times 3}{3 \times 8}$ = 4malig, und die Helligkeit $= \frac{4}{9 \times 16} = \frac{1}{36}$, oder wenn hier Z = 1 angenommen wird, sicherer $= \frac{1}{16}$.

4.) Es sey O = 1 Linie, und die Vergröserung, welche vom Objectivglase allein herrührt, soll 2malig seyn; so wird, wenn d = 1 Zoll angenommen worden, D = 2 Zoll, und A $= \frac{D \times d}{D + d}$ $= \frac{2 \times 1}{3} = \frac{2}{3}$ Zoll, folglich Z = $\frac{2}{3}$ Linie, B $= \frac{D \times O}{Z} = \frac{2 \times 1 \times 3}{2} = 3$ Zoll, A : B = 1 : $4\frac{1}{2}$, die Vergröserung $= \frac{8 \times 2}{3 \times 1} = \frac{16}{3} = 5\frac{1}{3}$malig, und die Helligkeit $= \frac{4 \times 9}{9 \times 16 \times 16} = \frac{1}{64}$, oder, wenn Z = 1 angenommen wird, $= \frac{9}{256}$ beynahem $= \frac{1}{28}$.

5.) Es sey O = 1 Linie, und die Vergröserung, welche vom Augenglase allein herrühret, soll 2malig seyn; so wird B = $\frac{8}{2}$ = 4 Zoll, D werde belie-

beliebig, doch kleiner als B angenommen = 3 Zoll, so ist $Z = \frac{D \times O}{B} = 4\frac{3 \times 1}{4} = \frac{3}{4}$ Linie, und also $A = \frac{3}{4}$ Zoll, folglich $A : B = 1 : 5\frac{1}{3}$, $d = \frac{3 \times 3 \times 4}{4 \times 9} = 1$ Zoll, die Vergrösserung $= \frac{8 \times 3}{4 \times 1} =$ 6malig, und die Helligkeit $= \frac{9}{16 \times 36} = \frac{1}{64}$, oder, wenn $Z = 1$ angenommen wird, $= \frac{1}{36}$.

6.) Es sey die Vergrösserung des ganzen Werkzeugs $= 12 = 3 \times 4$malig. Wird 4 für die Vergrösserung des Augenglases angenommen; so ist $B = \frac{8}{4} = 2$ Zoll. Für das Objectivglas bleibt eine 3malige Vergrösserung übrig; also wird $D = 3$ Zoll, $d = 1$ Zoll, $A = \frac{3 \times 1}{4} = \frac{3}{4}$ Zoll, $Z = \frac{3}{4}$ Linie, folglich $O = \frac{B \times Z}{D} = \frac{2 \times 3}{3 \times 4} = \frac{1}{2}$ Linie, die Vergrösserung, zur Probe, $= \frac{8 \times 3}{2 \times 1} = 12$malig, und die Helligkeit $= \frac{1}{256}$, oder $Z = 1$ angenommen, $= \frac{1}{144}$

7.) Endlich sey $O = 1$ Linie, $Z = \frac{1}{4}$ Linie, $D = 1\frac{1}{2}$ Zoll; so ist $B = \frac{D \times O}{Z} = \frac{3 \times 1 \times 4}{2 \times 1} = 6$ Zoll, $A = \frac{1}{4}$ Zoll, $d = \frac{3}{10}$ Zoll, $A : B = 1 : 24$, die Vergrösserung $= \frac{8 \times 3 \times 10}{2 \times 18} = \frac{240}{3} = 6\frac{2}{3}$malig, und die Helligkeit $= \frac{1 \times 9}{16 \times 400}$ bey nahem $= \frac{1}{711}$, oder wenn $Z = 1$ angenommen wird, $= \frac{9}{400}$ beynahem $= \frac{1}{44}$.

Da die Helligkeiten in diesen 7 Fällen lauter Brüche sind, die 1 zum Zähler haben; so verhalten sie sich gegeneinander verkehrt wie ihre Nenner. Z. E. in Nro. 1 und 3 ist die Helligkeit $= \frac{1}{16}$, in Nro. 2 und 6 aber $= \frac{1}{144}$; also gehört 144 zu jenen,

nen, und 16 zu diesen beyden Fällen, und es zeigen jene beyde Vergröserungswerkzeuge 9mal heller, als diese beyde.

Man siehet aus allem diesem leicht, daß die aus 2 Gläsern zusammengesetzte Vergröserungswerkzeuge, nach allem Betracht noch sehr eingeschränkt seyen, sonderlich wenn man verlangt, daß die letzte Lichtkegel die mittlere Oeffnung des Augs ganz erfüllen sollen. Macht man die Einrichtung so, daß diese Lichtkegel viel schmäler und z. E. nur $\frac{1}{4}$ Linie breit werden; so erlangt man zwar eine starke Vergröserung, aber desto weniger Helligkeit, und ein desto kleiners Sehefeld, wobey zwar manche Augen, vermittelst guter Blendungen von innen, und gänzlicher Einhüllung des Auges ins dunkele von aussen, wie auch einer starken Beleuchtung des Gegenstands, noch ziemlich fein sehen; viele hingegen nichts völlig deutlich erblicken, sönderlich wenn ihre Oeffnung fehlerhaft ist.

§. 313.

Es ist daher auch in Ansehung der Oeffnung des Augsterns für alle Gattungen der Augen vortheilhaft, die Vergröserungswerkzeuge aus mehreren als 2 Gläsern zu machen: denn man erhält hier leichter von einer kleinern Oeffnung des Objectivglases, und Brennweite des Augenglases, vermittelst eines oder 2er Zwischengläser, eine gröfere Breite der Oeffnung des Auges, als in der vorigen Zusammenfügung nur 2er Gläser; das Objectivglas selbst leidet hier mehrere Oeffnung; und überhaupt ist dieses Werkzeug alsdann, neben einer namhaften Verkürzung, viel mehrerer Veränderungen fähig, und zeigt immer ein gröferes Sehefeld.

Man

T.VII.

Man setze Fig. 59. das Mittelglas $\alpha\beta$ zwischen das Objectivglas und das von ihm herrührende Bild; so ist Fig.59

$$rs : tu = c\zeta : \gamma\zeta \quad \text{und}$$
$$tu : \hat{A}B = f\gamma : fC \quad \text{folglich}$$

$$rs : AB = f\gamma \times c\zeta : fC \times \gamma\zeta$$

oder, wenn über die Benennungen in Fig. 57. $C\zeta = \Delta$ und $C\gamma = \delta$ gesetzt werden; so ist

$$O : Z = B \times (D - \Delta) : D \times (\Delta - \delta)$$

das ist, die Breite des Augsterns verhält sich zu der geöffneten Breite des Objectivglases, wie der Unterschied zwischen dem Abstande des Bildes, das vom Objektivglase allein herrührt, und dem Abstande des gemeinschaftlichen Bildes vom Objectivglase, multiplicirt mit der Brennweite des Augenglases; zu dem Unterschiede zwischen dem Abstande des gemeinschaftlichen Bildes, und dem Abstande des Mittelglases vom Objectivglase, multiplicirt mit dem Abstande des vom Objectivglase allein herrührenden Bildes, vom Objectivglase.

Z. E. Es sey $B = 4$, $D = 4$, $\Delta = 3$, $\delta = 2$, $O = 1$; so ist

$$4 \times (4 - 3) : 4(3 - 2) = 1 : Z$$
$$4 : 4 = 1 : Z$$

und also $Z = 1 = O$.

Wo demnach die Breite des Augsterns und Objectivglases einander gleich sind, welches der leichteste Fall ist; da mus auch $B \times (D - \Delta)$ gleich seyn $D \times (\Delta - \delta)$ und es ist nicht schwer, entweder B und D nach den beyden Unterschieden, oder diese nach jenen zu bestimmen.

Sonst, wenn man O, Z, und das eine Product giebt, sucht man das andere durch die Proportionsregel, und zerfällt beyde in 2 Factores, den einen davon nimmt man für B und D an, und den

andern zerstreuet man in 2 Zahlen, deren Unterschied er selbst ist.

Z. E. Es sey $O = 1$, $Z = \frac{1}{6}$, $B \times (D - \Delta) = 6$; so wird $D \times (\Delta - \delta) = 1$.

Nun ist $6 = 2 \times 3$, B sey $= 3$; so ist $D - \Delta = 2 = 3 - 1$. Ferner ist $1 = 1 \times 1$, D also $= 1$, und auch $\Delta - \delta = 1 = 2 - 1$; Es wird also seyn $1 : \frac{1}{6} = 3 \times (3-1) : 1(2-1)$

Die Vergröserung dieser Verbindung der Gläser ist aus §. 252. zu ersehen, und durch dieselbe auch die Helligkeit, wie in der Verbindung 2er Gläser, zu suchen.

§. 314.

Hat ein Vergröserungswerkzeug zwey Gläser zwischen dem Objectivglase und dem Augenglase, die mit jenem ein gemeinschaftliches Bild entwerfen, welches das Augenglas auffängt, und also in allem 4 Gläser: so suche man das Vergleichungsglas der beyden Zwischengläser nach §. 155. und gebrauche dieses, an ihrer statt, zu der Bestimmung der Gläser in dem Absehen auf den Augstern, Helligkeit ꝛc. wie §. 312. das einzele Zwischenglas.

§. 315.

Einigermassen kann man auch die 3 Augengläser des Erdrohrs, wie sie daselbst gesetzt sind, als ein Vergröserungswerkzeug, das aus mehreren Gläsern bestehet, ansehen. Ihre Einrichtung erhellet aus Fig. 54. und 55. wenn, an statt des Bildes d e, daselbst der Gegenstand in dem Brennpunkte des Objectivglases stehet. Unerachtet die Vergröserung hier sehr gering ist; so hat man doch eine grose Helligkeit und Sehefeld. Ist das Mittelglas von gröserer Brennweite, als die übrige beyde; so ist es

Tab. VII. Fig. 54. 55.

desto brauchbarer, am besten aber, wenn das kleinere Objectivglas aus 2 Gläsern bestehet, deren eines das Collectivglas des andern ist, wie Fig. 55.

§. 316.

Endlich kann das Zwischenglas in einem Vergröserungswerkzeuge auch ein Hohlglas seyn. Man siehet aus Fig. 24. und 40. und der darzu gehörigen Abhandlung, wie das Hohlglas beschaffen seyn, und gestellt werden müsse, wenn es mit dem erhabenen Objectivglase ein positives Bild entwerfen soll, das ein erhabenes Augenglas auffangen kann. Man macht dergleichen selten, theils weil man die Hohlgläser nicht wohl so fein als die erhabenen machen kann, und diese, sonderlich in Werkzeugen mit 3 oder 4 Gläsern, bessere Dienste thun.

§. 317.

Wenn die Vergröserung stark, hingegen die zu betrachtende Sache dunkel ist; so ist nöthig diese nach dem Maas ihrer Dunkelheit zu beleuchten.

Sind beyde nicht sehr beträchtlich; so ist die Beleuchtung durch das Tageslicht, oder den unmittelbaren Sonnenschein, hinlänglich: doch soll das Aug, so viel es möglich ist, im dunkeln stehen, und das Licht nur von einer Seite her auf den Gegenstand fallen. Denn wir sehen vermittelst des Lichts und Schattens deutlich: ist nun die Sache von mehr als einer Seite beleuchtet; so fällt der Schatten entweder ganz hinweg, oder wird doch sehr geschwächt. Man siehet daher durch die Vergröserungsgläser am besten in einem Zimmer, wo nur Eine mässige Oeffnung das Licht einläßt.

§. 318.

Ganz dunkele undurchsichtige Sachen sind einer noch stärkeren Beleuchtung bedürftig, als der unmit-

telbare Sonnenschein giebt. Man erlangt sie durch den schiefen Brennpunkt, oder das verstärkte nahe Licht vor und hinter demselben, in einem erhabenen Glase, das eine Brennweite und Breite hat, die eines Brennpunkts fähig sind, der das Sehefeld erfüllt, und nicht anzündet.

Dieser Zweck wird auch in den einfachen und zusammengesetzten Vergröserungsgläsern dardurch erhalten, daß man die kleinen Gläßlein in Röhrlein faßt, die an einem in seiner Mitte durchlöcherten Hohlspiegel befestiget sind, so daß der Brennpunkt des Hohlspiegels und Vergröserungsgläsleins im Orte der Sache zusammen treffen. Diese Beleuchtung ist zwar sehr bequem; doch erlangt man hier einen allzuschwachen Schatten. Ueberdiß sind diese aus Metall gemachte Spiegel kostbar, und stehen oft ab; in die gläsernen aber ist schwer eine Oeffnung zu machen.

In vielen Fällen läßt sich dieser Zweck ohne einen Hohlspiegel erreichen, wenn man sich des Spiegelbrennpunkts eines Glases bedient, deme gegen das Aug ein Collectivglas von kleinerer Brennweite beygesetzt wird.

Wie die Spiegelbrennpunkte der sphärischen Gläser fallen, ist oben §. 261. f. angezeigt worden. Ich will also nur noch kürzlich anführen, wie man die Gläser bestimme, deren gemeinschaftlicher Brennpunkt mit dem Spiegelbrennpunkte in eben denselben Ort fallen soll.

Die Brennweite des vordern gegen die Sache gekehrten Glases heisse F, die Brennweite des hintern gegen das Aug gekehrten f, der Abstand beyder Gläser voneinander d, die Brennweite des Vergleichungsglases C, und die Spiegelbrennweite des vordern Glases S, die Vergröserung aber G. Man giebt

G und

G und d, mit der Bedingung, daß das Vergleichungsglas in die Mitte des Abstands d falle.

Demnach ist $\frac{G}{8} = C$, $S = C - \frac{d}{2}$, F ist, wenn das Glas auf beyden Seiten gleich erhaben, $= 4 \times S$, und endlich $f = \frac{(F - d)\,C}{F - C}$.

Z. E. die Vergrösserung G sey 12malig und d $= 1$ Zoll; so ist $C = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}$ Zoll, $S = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1$ Zoll, $F = 4 \times 1 = 4$ Zoll, $f = \frac{(4-1)\frac{3}{2}}{4-\frac{3}{2}} = \frac{3 \times 3 \times 2}{2 \times 5} = \frac{9}{5} = 1\frac{4}{5}$ Zoll.

Das Vorderglas mus hier breiter seyn, als das hintere. Wenn jene Breite B, diese aber b genennt wird; so verhält sich $F : B = F - d : b$, es ist also $b = \frac{(F - d)\,B}{F}$. Z. E. B sey $= 1$ Zoll, so ist $b = \frac{(4-1)\,1}{4} = \frac{3}{4}$ Zoll.

§. 319.

Halb- oder ganzdurchsichtige Gegenstände werden zwar manchmal auch nützlich auf der Fläche, die gegen das Vergrösserungsglas gekehrt wird, beleuchtet: doch ist diese Beleuchtung hier oft schwer, ja unmöglich, und unzulänglich für das, was in solchen, sonderlich flüssigen Gegenständen, kann beobachtet werden.

Daher beleuchtet man sie meistens auf der vordern Fläche, daß die durch sie hindurch fallenden Lichtstrahlen ins Auge kommen. Ist das Tageslicht unmittelbar nicht zureichend; so wird es durch ein erhabenes Glas verstärkt, welches das **Beleuchtungsglas** genennt wird.

Der unmittelbare Sonnenschein ist in denen Fällen nicht brauchbar, wo das Aug durch die Gläser sie-

het;

het; es wäre dann, daß die Sonnenstrahlen nicht gerade in das Auge kämen, sondern schief auf die Sache fielen, welches aber in vielen Fällen unthunlich ist, doch in manchen gute Dienste thut. Wenn die Sonne durch weisse Vorhänge scheint; so läßt sich auch ihr unmittelbares Licht noch wohl nutzen.

Die hintere Beleuchtung auf der Fläche gegen das Aug §. 318. fließt eigentlich nicht in die Deutlichkeit, sondern nur in die Helligkeit ein: aber die vordere hat auch in die Deutlichkeit des Bildes einen unmittelbaren und grosen Einfluß. Jene kann daher durch ein jedes, auch schlechtes, erhabenes Glas geschehen; diese aber erfordert eben so feine Beleuchtungsgläser, als die sind, welche das Vergröserungsglas selbst ausmachen.

Die stärkste Beleuchtung geschiehet durch den Brennpunkt selbst; eine etwas schwächere aber durch das gesammelte Licht vor oder hinter demselben.

In dem erstern Fall stehet die Sache in dem Brennpunkte des Beleuchtungsglases, und man kann dieses als das Objectivglas eines Fernrohrs ansehen, dessen Augenglas das Vergröserungsglas ist. Der Brennpunkt des Beleuchtungsglases soll eben so breit seyn, als der Raum, den man auf einmal durch das Vergröserungsglas übersiehet. Diese Breite des Brennpunkts bestimmt die Brennweite des jedesmal tauglichen Beleuchtungsglases. Die Anfänger suchen sie am sichersten durch die Erfahrung, indem sie die Breite eines Brennpunkts genau messen, und mit der eben dadurch bekannten Brennweite des Glases vergleichen; daraus aber eine jede andere Brennweite nach einer gegebenen Breite des Sehefelds durch die Proportionsregel bestimmen. Sie können zu diesem Zwecke gar wohl annehmen, daß die Breiten zweyer Brennpunkten sich gegeneinander verhalten, wie die

Brenn=

Brennweiten der beyden Gläser die sie machten. Z. E. Wenn 9 Zoll Brennweite 1 Linie oder $\frac{1}{12}$ Zoll Breite im Brennpunkte geben, und man will $\frac{1}{2}$ Linie im Sehefeld beleuchten; so ist die Brennweite des Beleuchtungsglases $= \frac{9 \times 1}{2} = 4\frac{1}{2}$ Zoll.

Der Abstand der Sache vom Vergröserungsglase verhält sich zu dem Abstande des Beleuchtungsglases von eben derselben, wie die geöffnete Breite des Vergröserungsglases zu der Oeffnung des Beleuchtungsglases.

Fällt nun das Licht von einer grosen Entfernung ein; so ist der Abstand des Beleuchtungsglases die Brennweite desselben; sonst aber etwas gröser, und am gröften, wenn man zur Nachtzeit, oder in einem finstern Zimmer, mit der Flamme einer dem Glase nahe stehenden Lampe oder Kerze beleuchtet. In diesem Fall macht eine kleinere Brennweite ein eben so grosses Bild, als sonst eine gröfere; und man richtet sich also besser nach dem Abstande des Vergleichungsglases von der Sache, als nach dessen Brennweite, die man vielmehr erst aus diesem Abstande bestimmt.

Z. E. Der Abstand der Sache vom Vergröserungsglase sey = 2 Linien = $\frac{1}{6}$ Zoll, der Abstand vom Beleuchtungsglase aber = 6 Zoll, die Oeffnung des Vergröserungsglases = $\frac{1}{4}$ Linie; so wird die Breite des Beleuchtungsglases seyn $= \frac{6 \times 1 \times 6}{4}$ = 9 Linien. Und gesetzt die Lampe stünde 18 Zolle vom Beleuchtungsglase ab; so würde die Brennweite dieses Glases seyn $= \frac{6 \times 18}{6 + 18} = 4\frac{1}{2}$ Zoll.

§. 320.

Ist das Sehefeld breiter, als daß es der Brennpunkt eines Glases, von einer noch bequemen Brennweite

weite, erfüllen könnte; so ist auch die Vergröserung nicht stark, und die Beleuchtung kann hinlänglich durch das gesammelte Licht vor oder hinter dem Brennpunkte geschehen. Beydemal soll das Licht ordentlicher Weise so breit als das Sehefeld angenommen werden. Im erstern Fall fallen die beleuchtende Strahlen convergirend, im andern aber divergirend auf den Gegenstand.

Aus §. 215. f. und Fig. 47. ist die Bestimmung der Breite des Sehefelds zu ersehen. Es verhält sich aber, in gegenwärtigen beyden Fällen, die Entfernung des äussersten vom Sehefeld einfallenden Strahls zu der Brennweite des Beleuchtungsglases; wie die Breite des Sehefelds zu der Breite des Beleuchtungsglases.

Eine jede Brennweite, die gröser ist, als die Entfernung des äussersten vom Sehefelde einfallenden Strahls, giebt also hier ein Beleuchtungsglas ab; wenn nur desselben Breite eine Verhältnis gegen die Brennweite hat, die keine andere als reine Lichtstrahlen in das Auge bringt.

Giebt man aber eine gewiese Verhältnis der Helligkeit ohne das Beleuchtungsglas, zur Helligkeit mit demselben; so ist auch die Brennweite dieses Glases völlig bestimmt.

Es verhält sich in dieser Absicht das Quadrat der Breite des Sehefelds zu dem Quadrat der Breite des Beleuchtungsglases; wie sich verhält das Quadrat der Entfernung des äussersten vom Sehefeld einfallenden Strahls, zu dem Quadrate der gesuchten Brennweite des Beleuchtungsglases. Hat man nun dieses durch die Proportionsregel gefunden; so giebt die daraus gezogene Quadratwurzel die Brennweite selbst. Aus dieser Brennweite nun sucht man nach der obigen in diesem §. angezeigten Proportion die Breite des Beleuchtungsglases.

Z. E.

Z. E. Das Beleuchtungsglas soll den Gegenstand 4mal heller machen, als das unmittelbar einfallende Licht; so ist das Quadrat der Breite desselben = 4, und das Quadrat der Breite des Sehefelds = 1. Ferner sey das Quadrat der Entfernung des äussersten einfallenden Lichtstrahls = 9; so wird seyn das Quadrat der Brennweite des Beleuchtungsglases = $\frac{4 \times 9}{1}$ = 36, und die Quadratwurzel aus 36, oder die Brennweite selbst = 6.

Wenn nun ferner die Breite des Sehefelds = 1 ist; so wird die Breite des Beleuchtungsglases = $\frac{6 \times 1}{3}$ = 2.

Ist demnach die Entfernung des äussersten einfallenden Strahls in Zollen gegeben; so wird des Beleuchtungsglases Brennweite 6 Zoll und seine Breite 2 Zoll seyn.

§. 321.

In einigen Fällen, wo der Gegenstand nur halb durchsichtig ist, kann die Beleuchtung mit Vortheil schmäler als das Sehefeld, und kaum so breit als der Gegenstand angenommen werden: Man unterscheidet auf diese Art Theile in diesem, die ganz unsichtbar bleiben, wenn das stärkere Licht neben ihnen frey in das Auge kommen kann.

Den Innhalt einer flüssigen Materie, wenn er sehr klein und durchsichtig ist, so daß er den blossen Augen ganz unsichtbar bleibt, deutlich durch ein Vergröserungsglas zu sehen, wird keine der starken Beleuchtungen erfordert, doch aber eine schwächere von denen, die durch ein Beleuchtungsglas entstehen. Das Licht vom blauen Himmel auf der Seite wo die Sonne nicht stehet, der Mondschein, die reine Flamme einer Lampe, thun hier die besten Dienste.

Da das unmittelbare Sonnenlicht nicht wohl kann genutzt werden, wo das Aug es fassen mus : so ist die stärkste gute Beleuchtung in dem Lichte zu finden, das vom blauen Himmel nicht gar ferne von der Sonne herkommt.

Wenn sonderlich in einer flüssigen Materie nicht das ganze Sehefeld beleuchtet wird ; so erscheinen oft die aus dem beleuchteten Theil des Sehefelds in seinen Halbschatten gerückte Sachen besser, als in dem stark beleuchteten ; ja sie werden daselbst auf der gegen das Aug gekehrten Seite erträglich beleuchtet.

Wenn endlich eine starke Beleuchtung vorgerichtet ist ; es kommen aber Gegenstände vor, für welche sie allzustark ist, und man ändert doch das Glas nicht gerne : so kann die Beleuchtung mit Vortheil geschwächt werden, durch ein reines und zartes Papyr, sonderlich wenn es mit weissem Oel, anderm Fett, oder Wachs durchsichtiger gemacht worden, oder durch ein reines Horn, oder auch durch den innern zärtern Theil einer Fischblase, wenn man sie zwischen das Beleuchtungsglas und dessen Brennpunkt aufgespannt setzt, endlich auch durch ein rein und mattgeschliffenes dünnes Glas.

§. 322.

Die gröste Helligkeit in der Beleuchtung der Vergröserungsgläser wird erlangt, wo einem Beleuchtungsglase von gröserer Brennweite ein Collektivglas beygesetzt wird von einer kleinern Brennweite. Ich habe die Verhältnis der Brennweiten dieser beyden Gläser wie 1 : 2 und wie 1 : 3 oft genutzt, und gut befunden.

Man kann damit die Beleuchtung gar leicht verändern, wenn diese Gläser so gefaßt sind, daß man den Stand des Collectivglases gegen das Hauptglas, und

und beyder gegen den Stand der Sache ohne viele Umstände abändern kann, nebst den Bedeckungen des Vorderglases.

Diese Art der Beleuchtung ist sonderlich gut bey Vergröserungswerkzeugen, die aus mehreren Gläsern bestehen, und Objectivgläslein von sehr kleinen Brennweiten haben, wo das Sehefeld klein ist, und die Vergröserung stark, folglich eine starke aber schmale Beleuchtung nöthig.

§. 323.

Es ist nicht nur bequemer, sondern auch bey Betrachtung flüssiger Dinge fast nothwendig, das Vergröserungsrohr senkrecht zu stellen, damit die Sachen waagrecht zu liegen kommen.

In diesem Fall mus entweder ein ebener Spiegel schief zwischen das Beleuchtungsglas und seinen Brennpunkt, oder unter dieses Glas gesetzt werden; oder ein Hohlspiegel hier an statt des Beleuchtungsglases und ebenen Spiegels zugleich dienen.

Das erstere ist nur bequem, wo das Beleuchtungsglas eine etwas grose Brennweite hat. Das zweyte ist nicht nur am bequemsten, sondern auch am tüchtigsten, ein reines Licht in das Bild und Aug zu bringen, sonderlich wenn der Spiegel aus dikkem Glase bestehet. Das dritte hat zwar mehrere Bequemlichkeit als die andere; aber der schiefe Brennpunkt eines Hohlspiegels giebt, sonderlich wenn er gläsern ist, nicht das beste und deutlichste Bild. Macht man aber die Brennweite des Hohlspiegels gröser, als sie nöthig wäre, und setzt ihm ein zum Zwecke tüchtiges Collectivglas bey; so wird der Gegenstand ungemein rein und deutlich gesehen.

§. 324.

Die Fassungen der Vergröserungsgläser kommen in der Hauptsache mit der Fassung der Fernröhren

und ihrer Gläser überein: nur machen die kleinen Gläslein, in den einfachen und zusammengesetzten Vergröserungswerkzeugen einigen Unterschied.

Ich will hier nur das Wesentliche davon, das aus dem Endzwecke fließt, anzeigen; da das übrige willkührlich gemacht werden kann, wie es in besondern Umständen die Bequemlichkeit, Zierde, Dauer, u. s. w. erfordern.

Die Anfänger müssen die Werkzeuge entweder selbst, oder doch wenigstens in den guten Kupfern sehen, welche sich auch in Büchern, die nicht selten sind, befinden. Der Augenschein der Werkzeuge selbst aber ist allezeit auch den besten Abzeichnungen weit vorzuziehen.

Alle einfache Vergröserungsgläser müssen dergestalten gefaßt werden, daß das Auge und der Gegenstand den Gläsern sehr nahe kommen können; damit man das gröste mögliche Sehefeld erlangen, und die Sache in den Brennpunkt des Glases, ja für Kurzsichtige noch näher an das Glas, rücken könne.

Daher werden die Gläslein von kleinen Brennweiten in flache Kugelabschnitte, oder vielmehr in die Form eines Meniskus, Fig. 10. G und H, so weit an die erhabene Fläche hinausgesetzt, als es möglich ist; die Fassung aber wenigstens 1 Zoll breit gemacht, damit sie dem Auge zur Bedeckung diene.

Für die kleinsten Linsengläslein, und für die Kügelein, werden 2 ähnliche, aber ungleich grose Blättlein von geschwärztem Rollmessing, oder auch von Zinn oder Bley, in die Gestalt einer Kugelfläche getrieben, nach den Regeln der Bedeckungen rein durchlöchert, der an dem grösern Blättlein vorstechende Rand über das kleinere geschlagen, und auf diese Art das Gläslein zwischen beyden befestigt. Insgemein

gemein werden diese Blättlein 4 oder 8eckicht gemacht, weil die Befestigung in dieser Form am leichtesten zu bewerkstelligen.

Die beste Art aber ist, den Gläslein am Ende eines niedrigen Cylinders ein Lager zu machen, und sie vermittelst einer geschraubten Hülse, die zugleich die richtige Bedeckung enthält, an jenen anzuhalten. Oben an diesen Cylinder wird ein breiter Rand zur Bedeckung des Auges vest gemacht.

Es ist zur hintern Beleuchtung sehr dienlich, und zur vordern nothwendig, daß das Licht nur von einer Seite, oder allein in der Mitte einfalle. Daher setzt man auch die gefaßte einfache Gläslein in ein kurzes, doch hinlängliches Rohr, worinnen der Gegenstand, ausser der nöthigen Beleuchtung, im Dunkeln stehet, und durch eine Schraube, oder Drathfeder, oder durch beyde zugleich, an dem rechten Orte für das Aug, vest gehalten wird.

Die aus mehreren Gläsern bestehende Vergröserungswerkzeuge haben wenigstens 2 ineinander gehende Röhren nöthig. Wo aber mehr als 2 Gläser vorhanden, da ists gut, wenn ein jedes Glas in ein besonderes Rohr gesetzt wird; weil man auf diese Art mehrere Veränderungen in dem Sehefelde und der Vergröserung, mit einerley Gläsern, machen kann.

Diese Art läßt sich nicht mit freyer Hand regieren, wie die einfachen noch wohl gestatten. Man bringt sie also auf tüchtige Gestelle, wo sie sich senkrecht an einer Stange, nach Gefallen, leicht, mit allen Gläsern, gegen die Sache oder von derselben verschieben, dannoch aber, wo man will, befestigen lassen. Dieses bewerkstelligt man entweder vermittelst einer Feder, oder Schrauben, oder beyden zugleich; in welchem Fall auch eine Stellschraube anstatt der Feder dient.

Die Gegenstände werden bequem auf einem wagrechten Brettlein von hartem Holz angebracht, welches eine auf die Gläser des Vergröserungswerkzeugs passende Oeffnung haben mus. Neben demselben wird die obere, unter ihm aber die untere Beleuchtung angebracht. Es ist in Ansehung der letztern, wenn sie vollständig seyn soll, nöthig, daß entweder sie gegen das Brettlein, oder, welches schicklicher ist, dieses gegen das Beleuchtungsglas beweglich gemacht werde.

Damit die Augen gut bedeckt werden, stellt man das ganze Werkzeug in ein höheres halbrundes oder eckichtes Kästlein, das gegen das einfallende Licht eine mässige Oeffnung zur untern und obern Beleuchtung hat, (doch so daß man die eine oder die andere nach Gefallen hindern kann) gegen den Zuschauer aber ganz offen ist.

Man kann eben dieses auch durch andere, manchen bequemere, Arten eines Schirms bewerkstelligen, der entweder am Werkzeuge selbst, oder an der hineinschauenden Person angebracht wird.

Die Oeffnung zur untern Beleuchtung ist am besten ein senkrechter Spalt, der sich verengern und erweitern läßt. Denn so kann das Licht von mancherley Höhen einfallen.

§. 325.

Es sind in den Vergröserungsröhren, wo die Bedeckungen genau getroffen worden, nur zwo Blendungen nöthig Nehmlich das Sehnloch, oder die Blendung zunächst am Auge, welche das Aug nicht nur an den rechten Ort weiset, sondern auch hindert, daß dieses sich nicht in dem letzten Augenglase spiegle: und noch eine andere, die das vom Objectivglase entworfene Bild begränzt, und also allezeit da stehen mus,

wo

wo dieses Bild hinfällt. Die letztere Blendung ist wohl gut, aber nicht schlechterdings nothwendig, und hindert so gar in den Fällen, wo das Bild durch veränderte Objectivgläser gröser gemacht wird. Wenn das Objectivglas aber 2 Mittelgläser über sich stehen hat; so thut eine Blendung zwischen ihm und dem nächsten Glase über ihm sehr gute Dienste. Sie darf keine grösere Oeffnung haben, als die Deutlichkeit es zuläßt, wenn man das Objectivglas hinwegnimmt, und durch die 3 übrigen Gläser einen Gegenstand betrachtet.

Wenn ein einfaches Glas in einem Rohr stehet; so wird die Blendung an das Ende des Rohrs gesetzt, wo das Licht einfällt. Man leget deren etliche von verschiedenen Oeffnungen aufeinander, die leicht müssen herausgenommen werden können, nach der Beschaffenheit des Lichts und des Auges. Ist der Gegenstand dunkel, und die Linse von kleiner Brennweite, oder ein Kügelein; so thut ein erhabenes Beleuchtungsgläslein an der Stelle der Blendung, das wohl bedeckt ist, gute Dienste.

§. 326.

Die Arten, die Gegenstände an die Vergröserungsgläser schicklich zu bringen, müsen eben so verschieden seyn, als die Gegenstände selbst.

Diese nun sind entweder veste oder flüssige Materien. Die letzteren sind meistens ziemlich durchsichtig, auch jene in ihren kleineren Theilen; manche aber ganz dunkel.

Man soll eine jede Sache, wenn es möglich ist, auf allen ihren Seiten betrachten können; dieses erfordert eine Befestigung und dreyfache Bewegung: man mus sie in der wagrechten Lage hin und her

bewegen, drehen, und endlich auch in andere Lagen bis auf die senkrechte bringen können.

Ein Werkzeuglein, wie eine Reißfeder mit einem walzenförmigen Stiel, der in einer Nuß oder Hülse gehet, die sich selbst noch 2fach wenden läßt, ist ganz bequem zu den meisten vesten Sachen. Beobachtet man mit freyer Hand; so ists am besten, dieses und andere Werkzeuglein, an statt des einen Fusses eines Zirkuls einzusetzen, und an den andern Fuß das Vergröserungsglas anzustecken. Viele sonderlich runde Gegenstände können blos in kleinen Vertiefungen eines harten Holzes, das zum theil eine schwarze, zum theil eine weisse matte Farbe hat, mit einer Nadel ꝛc. umgewendet werden.

Lebende Luftinsekten verschließt man zwischen 2 reine Gläser; insgemein gebraucht man hierzu ein hohles und ebenes: es können aber 2 reine ebene eben dieses oft noch bequemer thun, wenn ein geschliffenes Blättlein von Messing ꝛc. das eine oder mehrere reine Oeffnungen in sich enthält, zwischen die beyden ebene Gläslein, in gleicher Gröse mit ihnen, gelegt wird.

Es ist gut, wenn man mehrere gleich grose, aber ungleich dicke Blättlein im Vorrath hat. Diese Gläslein samt den Blättlein steckt man zwar in eine Fassung oder Schieber, doch so, daß man sie leicht herausnehmen, reinigen, und mit anderen Gegenständen anfüllen kann.

Die ziemlich beständige Sachen lassen sich zwischen 2 ebene Gläslein ohne eine Zwischenlage spannen, wo sie wenigstens auf 2 Seiten betrachtet werden können: als alle Arten der Vogelfedern, die durchsichtige Flügel der Insekten, oder andere abgeschnittene Theile derselben, Zungen, Hornhaut, Stachel ꝛc. Fischschuppen, Häutlein, sehr dünne Holzspähne, aus-

auseinander gezopfte Schwämme, Pflanzen, sonderlich deren Blüthe, Papilionen-Staub, alle Arten der Haare von Thieren und Insekten ꝛc.

Flüssige Materien, und was dieselben in sich enthalten, machen wohl den grösten Theil dessen aus, das durch stark vergrösernde Werkzeuge betrachtet wird.

Sind diese einfache sehr kleine Linsengläslein, oder Kügelein: so ist das Flüssige durch gläserne Haarröhrlein bequem an solche zu bringen: doch müssen die Röhrlein aus sehr reinem Glase, das weit im lichten, und besser oval als zirkelrund auf der Glashütte gemacht worden, gezogen werden; wo nicht schwer ist in den Haarröhrlein eben diese Form zu erlangen.

Doch läßt sich vielmehr sehen in dem Haarraum zer aufeinander gelegten dünnen Gläslein, sonderlich der ebenen. Sie sind auch schicklicher, wo das Vergröserungswerkzeug aus mehreren Gläsern bestehet, und sonderlich für alle Arten der Beleuchtung. Wenn auch schon eine kleine Brennweite des Vergröserungsgläsleins sehr dünnes Glas für den Gegenstand erfordert; so kann doch das andere ebene Gläslein dicker seyn, und die Beobachtung erleichtern. Es läßt sich ein sehr dünnes Glas für die Gegenstände bereiten, wenn man im Blasen eine Kugel so weit treibt, bis sie zerplatzt. Es läßt sich alsdann auch kalt mit der Scheere nach Gefallen schneiden.

In der wagrechten Lage kann man alle gläserne Gefässe, mit vielem Vortheil, ganz weglassen; und flüssige Materien, nebst ihrem Innhalt, so zu reden in der freyen Luft, schön vergrösert sehen.

T. IX. Fig. 71

Man mache in einen Streiffen von sehr dünnem Messing, Silber ꝛc. der $\frac{1}{4}$ Zoll breit, 2 bis 3 Zolle lang ist, und sich auf beyden Seiten in einem halben

ben Zirkel endiget, in den Mittelpunkt dieser Bogen sehr rein ausgeschliffene Löchlein von $\frac{1}{4}$ bis 1, ja für einige zähe Materien $1\frac{1}{2}$ Linien Breite. Im Gebrauch tauche man das Löchlein ganz in das Flüssige, wenn allzuviel hangen bleibt, so läßt man etwas davon abfliessen, welches sehr leicht geschiehet durch eine leichte Berührung der flüssigen Materie mit dem Rande des Werkzeugleins. Nun bringe man das über das Löchlein dünne ausgespannte an den Ort der Gegenstände im Vergröserungsglase, mit der Vorsicht, daß die Materie weder von der Fassung noch dem Glase berührt werde, und beleuchte es von unten herauf; so wird man es, je nachdem die Materie zäher oder flüssiger ist, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde lang sehr gut betrachten können, ehe es zerplatzt.

Auf diese Art erscheinen die Thierlein in allerley Infusionen sehr vortrefflich. Man trifft sie immer in mancherley Lagen, und einer ganz freyen Bewegung an; die untere Fläche des Flüssigen dient ihnen für einen vesten Fußboden, auf den die Raubthierlein bey ihrer Jagd die kleinere Arten andrucken und fassen; und wenn ihnen, durch die Ausdünstung, das Wasser allzuseicht wird, so sterben sie hier auf dem flüssigen Grunde eben so, wie sie sonst auf dem vesten liegend verschmachten. In der Infusion des Hopfens, wie er gedörrt von den Beckern gebraucht wird, sahe ich hier ausserordentlich schnelle, ja dem Anscheinen nach hüpfende Thierlein, die in dem gespannten Haarraume sich weit nicht so lebhaft, doch auch schneller als andere zeigten; die kleinen Theile, von der aufgelößten Pflanze, dienten ihnen als schwimmende Insuln zu ihrem Tummelplatz. Kurz ich fand immer etwas, das ich sonst noch nicht beobachtet hatte; und ich konnte hier schnell die verschiedene Infusionen, so ich hatte, durchgehen.

Diß veranlaßte mich, allerley Salze aufzulösen, und in einem solchen Löchlein anschiessen zu lassen. Ihre Crystallen erschienen in diesem freyen Raum sehr vollständig; nur änderte sich die Farbe der Crystallen bald in die, welche der Anfraß des Messings mittheilte. Sonderlich aber zeigte der angeschossene Camphorgeist, daß das nur die Theile, und nicht der ganze Anschuß sey, was man meistens für diesen ausgiebt: nehmlich man siehet ihn hier anschiessen wie eine Feder, die noch zärter und dichter ist als die Schwungfeder eines Zaunkönigs, und diese Federn schliessen sich so dicht ineinander, daß sie endlich, nach vollendetem Anschuß, wie ein Vogelflügel erscheinen.

Einige Werkzeuglein machte ich gröser, und gab ihnen die Gestalt eines runden kugelförmig vertieften Löffels, der in der Mitte ein bald gröseres bald kleineres Löchlein hatte. Hier hielt sich mehr flüssige Materie, als in den ebenen; und ich nutzte es sonderlich so, daß ich in das reine Wasser allerley leichte Dinge warf, und sie auf der Fläche schwimmend betrachtete. Den Pflanzenstaub erblickte auf diese Weise besonders gut, wie auch klein zerschnittene Haare ꝛc. Die Beleuchtung wird hier besonders rein, und selbst schwere durchsichtige Dinge, wie der reine Sand, lassen sich schön im Wasser sehen.

Endlich durchlöcherte ich ein dergleichen ebenes Werkzeuglein durchgängig wie einen Seiger, und ließ nur den Stiel ganz. Dieses diente mir nicht nur als ein Netz, die mit blosen Augen sichtbare Wasser-Insekten aufzufischen, sondern dieselben auch gut zu betrachten, wenn sie über die mit Wasser angefüllte Löcher sich hin und her bewegten, wie z. E. der Wurm mit dem Rattenschwanz ꝛc.

Die Essigschlänglein sind zwar auf eben diese Art gut zu betrachten; doch verursacht ihre allzuschnelle

Bewegung, daß man weit nicht so viel an ihnen erkennet, als wenn sie zwischen zwey ebenen Gläslein ein wenig gespannt liegen. Allein sie werden bald matt, und sterben von dem Anfraß des Messings; alsdann und nicht lange vorher kann man sie auch hier genau sehen.

Den Umlauff des Bluts betrachtet man nun mehrentheils in dem Netze eines Frosches, welcher mit seinen Füssen dergestalten auf ein Brettlein gespannt worden, daß das zum theil, durch eine fürsichtig gemachte Oeffnung, herausgezogene Netz über eine dem Frosche ganz nahe Oeffnung kann gebreitet werden, welche hernach von unten herauf wohl beleuchtet wird. Es ist eine mittelmässige Vergröserung hierzu hinreichend, und man kann also eine ziemliche Helligkeit machen, welche hier besonders wohl angelegt ist.

Wo man gröfere Insekten, kleine Pflanzen, Blumen, Pflanzensaamen ꝛc. nur etwa 10 bis 12mal im Diameter vergröfert, und sehr deutlich zu sehen verlangt: da ist wohl das bequemste Vergröserungsglas, welches ich am Ende des §. 318. oben angezeigt.

Die Gläser werden so gefaßt, daß man eines derselben allein, oder beyde, als verbunden, gebrauchen kann, mit freyer Hand, oder einem Gestelle.

Letzteres wird bequem vermittelst eines Stücklenszirkuls gemacht, worein etliche Aufsätze, zum Anstekken und Legen der Gegenstände, eingeschraubt werden können.

Oder man macht eine Schraubenmutter so breit, daß ein durchlöcherter hölzerner Teller sich ganz gleichförmig auf derselben an der Schraube drehen läßt. Der Teller wird auf beyden Seiten in der Breite des Sehefelds so tief eingekerbt, als die Dicke der Gegenstän-

genstände beträgt, die auf dunkelen Grund darein gelegt, zum theil auch eingeleimt werden. Ein Teller erhält nur am Orte des Sehefelds rings herum mehrere Löcher von verschiedener Breite, worein man allerley kleinere Blumen stecken kann. Die Fassung des Vergröserungsglases kommt an das Ende der Schraube wagrecht zu stehen, unten setzt man einen beliebigen Fuß an, auf welchen man einen um seine Axe beweglichen kleinen ebenen Spiegel setzt, und durchsichtige Dinge von unten hinauf beleuchtet, durch die Oeffnung eines Tellers, worauf ein Hohlglas gelegt wird.

§. 327.

Das Micrometer kann in der Form, wie es oben §. 305. bey den Fernröhren angezeigt worden, nur an den aus mehreren Gläsern zusammengesetzten Vergröserungswerkzeugen angewendet werden, weil es da allein möglich ist ein Bild ausser dem Auge zu messen, welches bey dem Gebrauch der einfachen Gläser in das Auge allein fällt.

Uebrigens wird das Micrometer hier, wie bey den Fernröhren, für gute Augen in den Brennpunkt des nächsten Glases am Auge gesetzt, wo das von dem Objectivglase entworfene Bild des Gegenstands hinfällt. Es wird hier auch eben so, wie dort, gebraucht. Man untersucht, wie viel Schraubenumgänge erfordert werden, eine oder $\frac{1}{2}$ Linie des Gegenstandes im Bilde durchzulauffen, und erfährt dardurch, wie viel Theile einer Linie Ein Schraubengang betrage.

Für die meisten aber sind diejenige Micrometer bequemer, welche ein Netze vorstellen, das aus lauter gleichen Quadratlinien bestehet. Das Netze wird aus zarter und gleicher Seide, oder aus Haaren gemacht,

die

die durch die Löchlein in dem Rande gezogen und gespannt werden; neuerdings aber mit einem Diamant rein in Glas geschnitten, worzu aber besondere Vortheile gehören.

Die Gestalt des Randes ist entweder zirkelrund oder viereckicht; welche letztere zur richtigen Eintheilung, auch der ersteren, am besten taugt. Für jene wird ein besonderes Lager, am gehörigen Orte, gemacht; diese aber durch eine Oeffnung am Werkzeuge eingeschoben.

Das Bild wird vermittelst dieses Netzes in Quadratlinien des Gegenstandes abgetheilt, und man kann diesen, mit jenem zugleich, auch nach dem Längenmaase, in Linien vergleichen.

Doch so wohl das Bild als das Netz werden noch ferner durch das Augenglas vergröfert; es mus also die durch das Netz gefundene Gröse noch mit der Vergröserung des Augenglases multiplicirt werden, wenn man die gesehene ganze Vergröserung der Sache zu wissen verlangt.

Z. E. Die Sache sey $\frac{1}{2}$ Linie lang, und ich finde, daß ihr Bild 4 Linien Länge, vermittelst des Netzes zeige; so wäre also das Bild 8mal gröser als die Sache. Allein mein Augenglas hat 2 Zoll Brennweite, und vergröfert das Bild und Netz $\frac{8}{2} = 4$mal; folglich ist die Sache 4mal 8 = 32mal hier vergröfert, nach dem Längenmaas.

Ferner sey die Fläche eben dieser Sache = $\frac{1}{4}$ Quadratlinie, und man findet, daß ihr Bild 4 Quadratlinien des Netzes erfülle; so ist das Bild im Quadratmaase 64mal gröser, als die Sache. Wird nun dasselbe, durch ein 2zolliges Augenglas, noch 4mal im Diameter, und also 16mal im Quadratmaase vergröfert; so ist die Sache hier in allem

64 × 16 = 32 × 32 = 1024mal, nach dem Quadratmaase vergrösert.

Ist hingegen die ganze Vergröserung des Werkzeugs, und die besondere Vergröserung des Augenglases gegeben; so kehret man diese Rechnung um, und sucht vermittelst dieses Netzes die Gröse der Sache in Linien. Nehmlich man dividirt die gegebene ganze Vergröserung durch die besondere Vergröserung des Augenglases, und sucht hernach zu dem erhaltenen Quotienten, zu 1, und zu der Gröse des Bildes in Längenlinien des Netzes die 4te geometrische Proportionalzahl.

Oder, welches Ein Ding ist, man multiplicirt die besondere Vergröserung des Augenglases mit der Gröse des Bildes in Längenlinien des Netzes, und dividirt das Product durch die gegebene ganze Vergröserung des Werkzeugs.

Z. E. Das Werkzeug vergrösere 32mal im Diameter, das Augenglas 4mal, und das Bild erfülle 4 Längenlinien des Netzes: so ist $\frac{4 \times 4}{32} = \frac{16}{32} = \frac{1}{2}$ Linie, und also die Gröse der Sache $\frac{1}{2}$ Längenlinie.

Es dienet dieses sonderlich da, wo die Sache kleiner ist, als daß sie könnte gemessen werden ohne Vergröserung, ja wo sie den blosen Augen ganz unsichtbar ist. Was hier von der ganzen Sache gesagt worden, ist leicht auf einen Theil derselben anzuwenden, und die Verhältnis zum Ganzen zu finden.

Eben dieses Netz ist auch das bequemste Mittel, die vergröserte Sache genau abzuzeichnen.

Man bringt erstlich das Netze um so vielmal gröser, als das Augenglas solches vergrösert, auf das

Papyr;

Papyr; und zeichnet hernach in ein jedes dieser Quadrate das, was man durch das Augenglas in demselben vom Gegenstande siehet, und fähret so fort, bis man das ganze Bild erhalten.

Hierinnen hat das zusammengesetzte Vergröserungsglas einen besondern Vorzug vor den einfachen: denn in diesem mus die Abzeichnung allein nach dem Augenmaase geschehen, welches oft sehr verschieden ausfällt in dem Absehen auf die Gröse, wenn auch in der Verhältnis der Theile gegeneinander nicht gefehlt wird, welches doch auch nicht allzusicher ist.

Der vierte Abschnitt.

Practische Betrachtung der Vergröserungswerkzeuge, die den Gegenstand auf einer weissen Wand abbilden, an welcher ihn die blosen Augen vergrösert betrachten.

§. 328.

Ein jedes erhabenes Glas entwirft hinter sich ein Bild von einem Gegenstande, der über die Brennweite hinaus vor ihm stehet. §. 122.

Die Gröse des Bildes verhält sich zur Gröse des Gegenstands, wie der Abstand des Bildes zu dem Abstande des Gegenstands vom Glase. §. 129.

Der Abstand des Bildes vom Glase ist gleich dem Producte des Abstandes der Sache vom Glase, und der Brennweite, dividirt durch den Unterschied dieser beyden Grösen §. 131. So oft also der Abstand der Sache vom Glase kleiner ist, als die ge-

doppel-

doppelte Brennweite; so oft wird das Bild gröser, als die Sache: und es wird desto gröser; je kleiner der Unterschied des Abstands der Sache und der Brennweite angenommen wird.

Soll das von einer Wand aufgefangene Bild den blosen Augen helle und deutlich erscheinen: so mus die Wand glatt und weiß seyn; es mus sich kein anderes Licht mit dem, so durch das Glas einfällt, vermischen können, folglich die Beobachtung in einem verfinsterten Orte, oder bey Nacht angestellt werden; und endlich mus der Gegenstand stark beleuchtet seyn. Das letztere wird am Tage vermittelst der Sonne, und zur nächtlichen Zeit durch die Flamme einer Lampe bewerkstelliget.

Die Einrichtung zu der erstern Beleuchtungsart wird ein **Sonnenvergröserer** genennt; die letztere aber ist die längst sogenannte **Zauberlaterne**. Wenn der erstere die Oberfläche der undurchsichtigen Sachen abbildet; so mag er ein **reflectirender Sonnenvergröserer** heissen.

Man hat hiebey vornehmlich auf die Verhältnis der Brennweite des Glases zu der Vergröserung; auf die Beleuchtung; auf die Gegenstände; und endlich auf die Fassung der Gläser, das Regierwerk der Beleuchtung, und Anordnung der Wand zu sehen.

§. 329.

Die grose Stärke der in einem Brennpunkte vereinigten Sonnenstrahlen gestattet zwar in dem Sonnenvergröserer eine Vergröserung, dergleichen sonst nirgends zu erlangen ist; nehmlich eine tausendmalige im Diameter, ja eine noch stärkere: allein zu geschweigen, daß man nicht allezeit mit dem Brennpunkte selbst beleuchte; so zeigt die Erfahrung,

daß

daß eine so starke Vergröserung mehr Verwunderung erwecke, als einen wahren Nutzen bringe. Denn das Bild erscheint alsdann nur den blosen guten Augen, und den Kurzsichtigen durch ein Hohlglas, erträglich deutlich, wenn beyde es in einer Entfernung von etlichen Schritten ansehen.

Die völlige Deutlichkeit, und hinlängliche Helligkeit, erstrecken sich nicht wohl über eine 200 bis 300malige Vergröserung im Diameter, und nehmen noch ansehnlich zu, wenn diese nur 100malig gemacht wird, oder noch geringer.

Wenn der Abstand des Bildes vom Glase D heißt, der Abstand der Sache d, und die Brennweite des Glases F; so ist $F = \frac{D \times d}{D + d}$ §. 67. Man findet also die Brennweite des Glases, wenn das Product der Abstände des Bildes und der Sache durch ihre Summe dividirt wird.

Wird aber d, der Abstand der Sache vom Glase, in allen Fällen als Eins angenommen; so zeigt D zugleich den Abstand des Bildes vom Glase, und die Vergröserung an, welche letztere ich G nennen will, und auf diese Art wird $F = \frac{G}{G + 1}$! das ist, man erlangt hier die Brennweite des Glases am leichtesten, wenn man die Vergröserung durch sie selbst mit Eins vermehrt dividirt. Der daraus entstehende Bruch kann ein Theil eines Schuhes, Zolls, oder einer Linie seyn; je nachdem die Abstände der Sache und des Bildes vom Glase in Schuhen, Zollen, oder Linien angenommen worden.

Z. E. Die gegebene Vergröserung sey 200malig; so wird die Brennweite des Glases seyn $\frac{200}{201}$ Schuh, wenn die Sache 1 Schuh, und das Bild 200 Schuhe vom Glase abstehet. Wären aber besagte

sagte Abstände 1 und 200 Zolle; so würde auch die Brennweite $\frac{200}{201}$ Zoll, oder 11 $\frac{188}{201}$ Linien seyn, u. s. f.

Man erhält aber hierdurch die Brennweite so, daß das Glas ohne Dicke angesehen wird. Gebraucht man nun Gläser von kleinen Brennweiten; so ist die Dicke an sich schon sehr beträchtlich gegen die Brennweite, und man macht sie zu diesem Zweke gerne ausserordentlich dick; daher ist nöthig die Dicke nach §. 102 ꝛc. hier mit in Betrachtung zu ziehen.

Es trägt zur Helligkeit und Deutlichkeit des Bildes nicht wenig bey, wenn an statt des einfachen Glases 2 Gläser von solchen Brennweiten gebraucht werden, daß die Brennweite ihres Vergleichungsglases derjenigen Brennweite des einfachen Glases gleich wird, welche aus der gegebenen Vergröserung berechnet worden.

Wie die Brennweiten dieser beyden Gläser bestimmt werden, ist aus §. 318. am Ende zu ersehen; nur kann hier das eine, sonderlich das gröse re, willkührlich angenommen werden, welches dort durch seine Spiegelbrennweite eine bestimmte Gröse erhielt.

Es ist gut, wenn das hintere Glas so weit vom vordern abstehet, als es angehet, daß es doch noch innerhalb der Brennweite des vordern stehe, und dessen Collectivglas bleibe. Doch ist in diesem Fall eine schickliche Blendung zwischen diesen beyden Gläsern nöthig; und man kehrt mit Vortheil das Glas von der kleinern Brennweite gegen die Sache, folglich das gröfere gegen das Bild.

§. 330.

Die Beleuchtung der Gegenstände im Sonnenvergröserer ist von zweyerley Art. Entweder fallen

die Beleuchtungsstrahlen durch den Gegenstand, wenn er nehmlich ganz oder halb durchsichtig ist, in das Vergröserungsglas; oder sie werden von der Fläche einer undurchsichtigen Sache zurückegeworfen, und fallen sodann erst mittelbar auf das Glas, welches das vergröserte Bild entwirft.

In dem erstern Fall ist die Beleuchtung in nichts von derjenigen unterschieden, welche in den Fällen, wo das Aug durch die Gläser schauet, gebraucht wird, und im 3ten Abschnitte §. 319. f. ausführlich beschrieben worden; als daß hier immer nur parallele Strahlen von der Sonne auf das Beleuchtungsglas fallen, da es dort auch divergirende seyn konnten. Diese Abhandlung kann also hier völlig genutzt, und die Brennweite nebst der geöffneten Breite des Beleuchtungsglases dardurch bestimmt werden.

Wenn undurchsichtige Sachen in ihrem Umfange viel Unterschied zeigen, wie mehrere Ungeziefer an ihren Einschnitten, Füssen, Fühlhörnern, Flügeln ꝛc. so ist auch vermittelst dieser Beleuchtung viel nützliches an ihnen zu beobachten, sonderlich wenn die lebende sich frey bewegen können.

In dem andern Fall werden entweder gröfere Dinge aber nicht stark vergröfert zu sehen verlangt; oder man will die Oberfläche kleinerer Gegenstände noch namhaft vergrösern.

Jenes kann durch ein Vergröserungsglas von ziemlich groser Brennweite geschehen; daher ist der unmittelbare Sonnenschein hinlänglich zur Beleuchtung der Sache, und ein Beleuchtungsglas ist hier unnöthig. Man hat vielmehr vornehmlich auf den Winkel zu sehen, unter welchem das Sonnenlicht auf die ebene Fläche, darauf sich der Gegenstand befindet, einfällt. Ist die Sache eine Mahlerey

und

und eben; so kann dieser Winkel bis auf 45 Grade steigen: bestehet aber der Gegenstand aus abwechselnden Erhöhungen und Vertiefungen, wo der Schatten viel zur Deutlichkeit beyträgt; so ists besser, diesen Winkel kleiner zu machen, und nach der Beschaffenheit der Gegenstände, wenigstens von 10 Graden, und höchstens von 30 Graden anzunehmen. Die Axe des Vergröserungsglases aber soll immer senkrecht auf der Fläche stehen, die der Gegenstand selbst ist, oder denselben enthält.

Wenn aber kleinere undurchsichtige Dinge namhaft, nehmlich 40 bis 50mal im Diameter, welches wol das höchste ist, das hier noch gut angehet, vergrösert werden sollen; so hat das Vergröserungsgläslein eine Brennweite von nur etwa 6 Linien, und der unmittelbare Sonnenschein ist nicht hinreichend, die Sache so zu beleuchten, daß das Bild hinlänglich helle erscheine.

Also ist hier ein Beleuchtungsglas nothwendig; es fließt aber solches nicht wie andere in die Deutlichkeit des Bildes ein, daher hat es nur folgende Eigenschaften nöthig: erstlich mus sein Brennpunkt so breit seyn, als das Sehefeld des Vergröserungsglases, woraus seine Brennweite bestimmt werden kann. Hernach darf seine Breite nicht so groß angenommen werden, daß sein schiefer Brennpunkt anzünden könnte; es wäre dann, daß man diese Würkung mit Fleiß verlangte, da dann für andere Fälle Bedeckungen nöthig wären, oder der Gegenstand könnte einen anzündenden Brennpunkt ertragen ohne Nachtheil, wie die Metalle ꝛc. Eine Brennweite von 14 bis 18 Zollen thut dißfalls gute Würkung; der Winkel ist wie oben zu machen.

§. 331.

Das Licht einer Lampe ist gar viel schwächer, als das Sonnenlicht: daher kann, in einer nächtlichen Zauberlaterne, die Vergröserung weit nicht so stark, als in den Sonnenvergröserern, gemacht werden, mit einer erträglichen Helligkeit und Deutlichkeit. Wenn sie 30malig im Diameter angenommen wird; so ist es wol alles, was hier mit Vortheil geschehen kann. Daher können und müssen hier nicht nur zur Vergröserung Gläser von grösern Brennweiten angenommen werden; sondern man mus auch die Beleuchtung, so viel als möglich ist, verstärken.

Dieses letztere wird zuvörderist durch eine helle, und wenigstens eben so breite Flamme erlangt, als die Breite des Sehefelds beträgt, welche ihre Strahlen auf ein ihr nahes Beleuchtungsglas schickt, das sie in dem Sehefelde noch dichter macht. Dieses bewürkt schon eine erträgliche Helligkeit, wenn sonderlich die Flamme so breit als das Beleuchtungsglas gemacht wird. Doch vermehrt man sie noch durch einen Hohlspiegel, der die Strahlen der Lampe von hinten auffängt, und auf das Beleuchtungsglas abermal dichter zurücke wirft, da sie dann im Sehefelde noch dichter an sich werden, und sich überdiß noch mit denen dichteren Strahlen, die von der vordern Seite der Lampe herrühren, vereinigen, wo sodann eine namhafte Helligkeit zusammen fließt.

Der Hohlspiegel mus eine Brennweite haben, welche tüchtig ist zu machen, daß das von ihm convergirend auf das Beleuchtungsglas fallende Licht in eben dem Brennpunkte zusammen gehe, welchen das Beleuchtungsglas hinter sich vom vordern Lichte der Lampe macht. Er mus folglich auch eine grösere Breite, als das Beleuchtungsglas erhalten,

welche durch die Breite dieses Glases und beyde Brennweiten bestimmt wird. Die Lampe darf also nicht in dem Brennpunkte des Hohlspiegels (der um den 4ten Theil des Diameters seiner Höhlung von ihm abstehet) stehen, sondern mus weiter gegen das Beleuchtungsglas vorgerückt werden. Die Anfänger suchen den rechten Ort am leichtesten durch die Erfahrung; wollen sie ihn aber durch Rechnung nach der bisherigen dioptrischen Anleitung suchen, so müssen sie sich an der Stelle des Hohlspiegels ein erhabenes Glas vorstellen, das gleiche Brennweite mit ihm hat, und das Beleuchtungsglas als ein Collectivglas besagten Glases ansehen.

§. 332.

Die Gegenstände der Zauberlaterne können nur sehr durchsichtige oder zarte Dinge seyn. Gemeiniglich sind es Gemählde, die auf ebene Gläser mit dünnen und reinen Saftfarben aufgetragen, und zu mehrerem Halt mit Spickől ꝛc. überzogen werden. Der leere Raum neben den Schilderungen wird sehr dunkel, oder ganz schwarz gemacht. Wenn ein ganzer Glasschieber mit einer reinen schwarzen Farbe überzogen wird; so lassen sich vor der gänzlichen Auftrocknung, von einem geübten, allerley Bilder mit ihren Schattierungen hinein radiren, da man dann nach der völligen Auftrocknung alles fürsichtig mit Spickől überfährt. Wo auch Farben gebraucht werden, wendet man sie am besten nur bey den nöthigen Schattierungen an, und läßt den Hauptgrund, wie ihn das reine Glas selbst giebt.

Von gröserem Nutzen ist die nächtliche Beleuchtung der näheren oder weitentlegenen Sachen, vermittelst eben der Einrichtung, welche die Zauberlaterne hat.

Man hat auch Nachtuhren, wo die Stundenziffern auf einen vergüldeten Hohlspiegel schwarz aufgetragen sind, und mit dem Zeiger, der sich im Mittelpunkte des Hohlspiegels, durch eine hinter demselben angebrachte Uhr, drehet, durch einen ähnlichen Kunstgriff, auf der entgegengesetzten Wand vergröfsert abgebildet werden; wo man aber das Beleuchtungsglas insgemein weglässt, und nur die Lampe an dem rechten Ort zwischen dem Hohlspiegel und Vergröserungsglase anbringt.

§. 333.

Hingegen ist der Sonnenvergröserer, nach allen seinen Gattungen, tüchtig, alle Arten der Gegenstände vergröfsert, hell und deutlich auf einer weissen Wand darzustellen. Als: kleine Gemählde, mit allen durchscheinenden Farben, und sehr tiefer Schattierung; Münzen mit ihrer genauen Metallfarbe; Pittschafte, welche hier allemal erhaben erscheinen, ihr Abdruck hingegen niemals vertieft; Pflanzensaamen, sonderlich die weisse; seidene Stoffe von allen Farben; Borten; Spitzen; und andere Gewebe: gröfsere Insekten, als Fliegen, Spinnen, Ameisen, Würmer, lebendig, und nach ihren abgesonderten Theilen; alle durchsichtige flüssige Dinge nebst ihrem Innhalt, als Essig, allerley besondere Infusionen, Mistwasser; Salzcrystallen; Auflösung der Metallen; Umlauf des Bluts; u. s. w.

Die meisten werden eben so an diesen Vergröserer gebracht, wie an die Vergröserungsgläser durch welche man schauet; nur macht die senkrechte Lage der Gegenstände hier manche Vorsichtigkeit nöthig, die dort wegfällt.

Es wäre zu weitläuftig hier alle Handgriffe anzuführen, die den auch nur mittelmässig geübten leicht bey=

beygehen müssen. Das meiste läßt sich zwischen zwey ebene Gläser verschliessen; einiges wird gespannt vermittelst der Fassung, anderes läßt man frey in dem Haarraum schwimmen. Grösere Wasserinsekten aber, Auflösungen der Salze und Metalle haben ein besonders Gefäß nöthig, welches am leichtesten bereitet wird aus zwey ebenen länglicht viereckigten reinen Gläsern, die $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, bis höchstens 1 Linie voneinander abstehen, und auf 3 Seiten mit gutem spanischen Wachs zusammen gekittet worden, daß sie das Flüssige halten, welches auf der 4ten offenen Seite eingegossen wird, wo bequem ist, wenn das eine Glas um etwas vor das andere hervorraget. Auch ist ein kleiner gläserner Stechheber geschickt, das Flüssige zwischen diese beyde Gläser zu giessen.

§. 334.

Die Gläser werden in diesen Werkzeugen, wie in den andern, gefaßt, bedeckt, mit Blendungen versehen, und in Röhren, die ineinander gehen, gesetzt: nur stehet hier das einfache und zusammengesetzte Vergröserungsglas immer weiter vom Gegenstande ab, als in den Werkzeugen, wo man durch die Gläser schauet, und um soviel weiter, je näher die Wand gegen das Vergröserungsglas gerückt wird.

Die Blendung, welche in andern Werkzeugen das Sehnloch heißt, ist hier nur bey einem etwas breiten einfachen Glase nöthig, sonderlich wenn die Beleuchtung nicht genau nach dem Sehefelde bestimmt worden; bey zwey Gläsern aber, die eine Blendung zwischen ihnen haben, ist sie unnöthig, wenn das 2te Glas richtig bedeckt worden. Die Farben machen hier mehr Hindernisse, als in andern Vergröserungsgläsern; sie werden ziemlich geschwächt durch die Mittel, welche am Ende des §. 321. angezeigt

sind, doch schwächen eben diese Mittel zugleich die Helligkeit.

§. 335.

Das Regierwerk der Beleuchtung in allen Arten des Sonnenvergröserers ist wohl die Hauptsache, worauf man besonders zu sehen hat.

Tab. IX. Fig. 67

Das einfacheste Werkzeug hierzu ist aus Fig. 67. zu ersehen. a a a a ist eine Kugel, die in einem viereckigten Stücke b c d e sich leicht nach allen Seiten wenden läßt, jedannoch aber so genau passet, daß neben ihr kein Licht einfallen kann. Die Kugel, und das Stück, worinnen sie laufft, können von hartem Holze seyn; ist dieses im Saft zur Frühlingszeit gefällt, und $\frac{1}{2}$ Jahr lang in Wasser versenkt gelegen, so ist es hierzu desto tauglicher. Wird der Diameter der Kugel 10 Zolle groß angenommen; so ist sie zu einer Menge anderer dioptrischer Versuche, welche in einem verfinsterten Zimmer gemacht werden können, sonderlich zur Untersuchung der Brennweiten, sehr bequem.

Das Stück b c d e bestehet aus zwey Brettern, die, wenn die Höhlung für die Kugel richtig eingedrehet worden, fürsichtig aneinander geleimt, und zugleich mit hölzernen Nägeln befestigt werden, und das zwar am besten so, daß die Jahre der Bretter sich creuzweise durchschneiden.

Die Kugel bekommt in ihrer Mitte eine cylindrische Höhlung, wordurch ein gutes Rohr f g h i ziemlich veste gesteckt, aber nicht angeleimt wird, auch auf beyden Seiten über die Kugel hinaus reichen mus. Auf der einen Seite wird ein etwas weiteres Rohr o p q r, welches das Beleuchtungsglas S enthält, aufgesetzt; auf der andern Seite aber in das

Rohr

Rohr fghi dasjenige Rohr klmn, welches das Vergröserungsglas t und die Gegenstände in v begreifft, eingesteckt. Das vordere und hintere Rohr bekommen einen Spielraum, der etwa zusammen 3 Zolle betragen kann, damit das Beleuchtungsglas nach der Breite des Sehefelds ausgezogen oder eingerückt werden könne.

Da das mittlere Rohr sich auch verschieben läßt; so kann dardurch alles in das Gleichgewicht gesetzt werden, daß die Kugel bleibt wie sie gestellt worden, ohne eine Stellschraube nöthig zu haben. X und Z sind Schrauben, womit alles zusammen an die ein wenig grösere Oeffnung des Fensterladens, als die Dicke der Kugel beträgt, anbefestigt wird; welches aber auch eben so tüchtig durch gute Riegel geschehen kann.

Im Gebrauch wird das Beleuchtungsglas S gegen die Sonne gekehrt, und hinter dem Vergröserungsglase eine weisse Wand, mit den Durchschnitten der Gläser parallel, vorgehalten.

Die Deutlichkeit des Bildes kann auf zweyerley Art erlangt werden: entweder wenn die Wand an den Ort gebracht wird, wo sie sich nach der Einrichtung der Gläser befinden mus; oder wenn das Vergröserungsglas der Sache genähert oder davon entfernt wird, bis die Deutlichkeit auf der zu einer bestimmten Vergröserung befestigten Wand völlig erscheint.

Endlich wird vollends das Beleuchtungsglas in seine beste Würkung gesetzt.

Diese Art zeigt sehr gut; nur ist sie da nicht die bequemste, wo die Sonne etwas hoch stehet, weil die Wand ohnehin immer verrückt werden mus mit den veränderten Sonnenhöhen, und dieses bey hohem Stande der Sonne beschwerlich wird. Man kann

zwar durch ein besonderes Gestelle machen, daß sich eine leichte Wand zugleich mit der Kugel wende: doch gehet solches nur an, wo die Vergröserung nicht sehr stark verlangt wird.

§. 336.

Man ist daher auf eine andere Art, die Beleuchtung des Sonnenvergröserers zu regieren, gefallen; wobey die Wand in allen Sonnenhöhen einerley Stand, und zwar den senkrechten, behalten kann, und nur wegen der veränderten Vergröserung genähert oder entfernt werden darf, und auch dieses nur in dem Fall, wo man das Vergröserungsglas nicht abwechseln will.

Tab. IX. Fig. 68 Sie ist nach ihrer wesentlichen Einrichtung in der 68ten Figur vorgestellt. Sollen die Sonnenstrahlen immer wagrecht einfallen; so müssen sie, vermittelst eines ebenen Spiegels, von allen ihren Höhen in diesen Gang eingeleitet werden, und der Spiegel mus einer gedoppelten Richtung fähig seyn; nehmlich er mus sich rings um das Beleuchtungsglas herumdrehen, und von 90 bis auf 45 Grade, oder vom rechten bis auf den halbrechten Winkel wenigstens neigen lassen, und dieses alles in einem verfinsterten Gemach.

Es sey nun fg ein ebener Spiegel, dessen Glas rein und dünne seyn mus, weil er in die Deutlichkeit des Bildes mit einfließt. Er soll im Lichten so breit seyn, als das gröste Glas, das man zur Beleuchtung anzuwenden gedenket; und etwa 4 bis 5mal so lang, als er breit ist. In f laufft er in einem Gewende, das an einem runden Teller aa befestigt ist, der so breit seyn mus, daß er über die Ecke des Spiegels noch vorsticht. In der Mitte des Tellers wird ein Rohr dd befestigt, und das Beleuchtungsglas C entwe=

der

der so gleich oben darein gesetzt, oder, welches zu mehreren Absichten dient, in ein besonders Rohr, das sich in diesem verschieben läßt; in welchem Fall diese ganze Figur nur das Regierwerk des Spiegels allein in sich fasset.

Man theile die Länge des Spiegels in 3 gleiche Theile, und bringe, im ersten Theilungspunkte von dem Gewende f an, zur Seite in einem andern Gewende h ein ziemlich starkes Band h k von Messing an.

Wenn der Spiegel auf den halbrechten Winkel geneiget worden; so ist er die Diagonale in dem Quadrate h q f p, und würde in f q senkrecht zu stehen kommen, wenn das Eck p in h geschoben würde. Doch nach der Richtung p h wäre das Band k h schweer zu schieben; man setzt es also so an, daß es die Diagonale eines anliegenden 4ecks p h s k wird, und etwas schief zu stehen kommt, da es dann die Länge q s = f k haben mus, den Spiegel in f q zu stellen.

Dieses Band wird, vermittelst seines 2ten Gewendes k, an das Regierstänglein k l gebracht, welches durch den Teller a a gehet, sich auf eingeleimtem Filz gedrang schieben läßt, oder auch noch überdiß, wenn der Spiegel groß ist, mit einer Stellschraube angehalten wird, und wie das Band aus Messing bestehet.

Endlich wird der etwas dicke Teller a a rings herum auf beyden Seiten eingeschnitten, und der dünnere Rand desselben in einen eingekerbten Ring r r dergestalten eingelassen, daß er sich in demselben pünktlich doch leicht, mit allem das an ihn befestigt worden, rings herum drehen läßt. Dieser Ring r r wird durch die Schrauben m m, oder durch etliche Riegel, an den Fensterladen befestigt. Er bestehet

oft

oft besser aus 2 Stücken, die auf der einen Seite in einem Angel gehen, und auf der andern mit einer Schraube geschlossen werden; als wenn er für beständig als ein Stück zusammengefügt wird.

In dem Gebrauch wird erstlich der Teller a a gedrehet, bis die Sonne den Spiegel f g bescheinen kann; hernach erhöhet oder neiget man den Spiegel, vermittelst des Regierstängleins k l, bis der Sonnenschein das Rohr d d ganz erfüllt, welches an dem runden Licht auf der Wand leicht zu erkennen ist. Nun setzt man die Gläser in dieses Rohr eben so ein, wie sie Fig. 67. in die Kugel a a a a eingeschoben worden, und hilft dem Spiegel immer nach, wie die Sonne sich entfernt.

Es erhellet hieraus, daß das Regierwerk der Beleuchtung sich noch auf mancherley andere Arten machen lasse, je nachdem man es bequemer, oder kostbarer, haben will. Z. E. Man drehet den Spiegel vermittelst eines Spulrads mit einer Schnur ohne Ende; oder man bedient sich eines gezähnten Rads, und bewegt solches mit der Schraube ohne Ende, u. s. f.

§. 337.

Eben dieses Regierwerk der Beleuchtung §. 336. wird gänzlich beybehalten, wenn man die Fläche der undurchsichtigen, oder auch der durchsichtigen Sachen, auf einer Wand vergrösert sehen will. Nur mus hier das Werkzeug geändert werden, welches die Gegenstände, und das Vergröserungsglas enthält.

Tab. IX. Fig. 69

Ich habe dasselbe in der 69ten Fig. nach seinen wesentlichen Theilen vorgestellt. Die Beschaffenheit des Beleuchtungsglases ist oben §. 330. angezeigt worden; r i sey hier seine Axe, und falle unter einem Winkel von 20 Graden auf die ebene Fläche l p, wo demnach sein

schie-

schiefer Brennpunkt die auf der Fläche l p befestigte Gegenstände in i stark beleuchtet.

Nun werden zwar die lebhafteste Strahlen gegen f g, abermal unter dem Winkel von 20 Graden, zurücke geworfen; demnach sollten eigentlich diese von dem Vergröserungsglase aufgefangen werden: allein es erscheinen auf diese Weise nur einige wenige Theile des ganzen Sehefelds recht gut, und die übrigen entweder gar nicht oder schlecht. Daher fand ich besser, den auf l p senkrecht stehenden Strahl i q zur Axe des Vergröserungsgläsleins anzunehmen, welches in der Fassung h i k am Ende nicht ferne von i stehet.

Diese Fassung ist so weit cylindrisch, als es nöthig ist, sie nach dem Abstande der Wand ein- oder auszuziehen; weiterhin aber hat sie die Kegelgestalt, damit sie bey kleinen Vergröserungsgläslein dem Lichtkegel des Beleuchtungsglases nicht hinderlich werde. Ihre gröste Breite im Lichten wird durch den Winkel bestimmt, den das Sehefeld am Vergröserungsgläslein macht.

Dieser ganze Zweck erfordert nun ferner ein Kästlein c d g f, an welches das Rohr a b d c befestigt wird, unter dem Winkel von 20 Graden; und ein Ansatz m an demselben, durch welchen der Schieber l p, der die Gegenstände enthält, gehet, und vermittelst einer Drathfeder angehalten wird.

Dieser Schieber oder Brettlein l p wird dergestalten vertieft, daß die auf ihn geleimte Sachen sich im Durchschieben nicht abstreifen können. Manche Gegenstände lassen sich besser in einer hohlen Walze n fest machen, und an den Ort i schieben, wo das Kästlein ohnehin auch für die Sachen auf dem Schieber eine hinlängliche Oeffnung haben mus.

Ueber das Rohr a b d c wird noch ein anders eingestreift, das das Beleuchtungsglas enthält, welches

ches hier nicht gleich vornen am Spiegel stehen kann, weil sonst nicht Raum genug bleibt, zwischen dem Fensterladen und Vergröserungsglase die Wand anzubringen, welche so gestellt wird, daß der Strahl iq senkrecht auf sie falle.

Endlich wird das letztere Rohr mit dem ganzen Werkzeuglein Fig. 69. in das starke Rohr dd Fig. 68. vest eingesteckt. Das Rohr abdc mus sich in dem nächstgrösern leicht drehen lassen, damit man, nach Gefallen, das Bild unter sich, über sich, oder auf eine von beyden Seiten, auf die Wand leiten könne.

§. 338.

Man kann auch alle Arten des Sonnenvergröserers dergestalten einrichten, daß die Bilder auf die Grundfläche eines Kastens, der eine abgekürzte 4eckigte Pyramide vorstellt, fallen. Oben werden alle Gläser mit den Gegenständen in Röhren angebracht, neben aber durch einen keilförmigen Ansatz eine bequeme Oeffnung gemacht, mit beyden Augen hinein zu schauen. Das Regierwerk wird an die untere Seite des Kastens ungefehr in den Schweerpunkt gesetzt, daß man ihm eine 2fache leichte Bewegung, und zugleich eine Befestigung in jedem Stande geben kann. Alles diß ruhet auf einem schicklichen Fuß.

Ich habe diese Art ausführlich in meinen optischen Beyträgen beschrieben, und in Figuren vorgestellt; worauf ich mich hier beziehe.

Sie hat den Vortheil, daß man die Wand immer mit den Gläsern und dem Gegenstande parallel, nach allen Sonnenhöhen, bewegen, und die Bilder, auch in einem nicht ganz finstern Zimmer, gut sehen, und abzeichnen kann.

Es sind indessen von andern noch mehrere kostbarere und zum Abzeichnen sehr bequeme Gattungen offent=

offentlich bekannt gemacht worden, die aus dem nehmlichen Grunde gehen, und gleichen Zweck haben; woraus man diese Art noch vollständiger einsehen kann.

§. 339.

Wenn der Gegenstand sich noch genau mit blosen Augen messen läßt; so ists nirgends bequemer, als in dem Sonnenvergröserer, die Vergröserung, ohne ein Micrometer und Kenntnis des Werkzeugs, in jedem Abstande der Wand, richtig zu bestimmen.

Denn man darf nur, neben der Breite oder Länge der Sache, auch noch die Breite oder Länge ihres Bildes auf der Wand messen, und diese durch jene dividiren; so zeigt der Quotient die Vergröserung. Z. E. die Sache sey $\frac{1}{2}$ Linie breit, und ihr Bild 10 Zolle = 120 Linien; so ist die Vergröserung = $\frac{120}{1}$ = 240malig.

Ist aber die Sache sehr klein; so macht man ein reines Löchlein in Messing ꝛc. das genau 1 oder $\frac{1}{2}$ Linie breit ist, setzt es in den Ort des Gegenstandes, und mißt ebenfalls sein Bild; aus beyden aber sucht man, nach erstberührter Art, die Vergröserung in den gegebenen Umständen: So weiß man, um wie vielmal kleiner die Sache sey, als ihr Bild; und findet ihre bestimmte Gröse, wenn man die Breite ihres gemessenen Bildes durch die Vergröserung dividirt.

Z. E. Man hat das Bild von einer kleinen Sache 12 Linien breit, und die Vergröserung 300malig gefunden; so ist diese kleine Sache breit $\frac{12}{300} = \frac{1}{25}$ Linie.

§. 340.

Die Einrichtung der Zauberlaterne ist, ausser dem was §. 331. und 332. von ihren Gläsern, Hohlspiegel,

spiegel, und Gegenständen gesagt worden, den meisten so bekannt, daß ichs für überflüssig achte, hier viel weiter davon anzuführen.

Die Lampe wird dardurch breit und hellbrennend erhalten, wenn man jedem der Töchte, woraus die ganze Lampe bestehet, ein besonders Röhrlein giebt, und das äussere Ende derselben so nahe als möglich an das Baumöl setzt, und dafür sorgt, daß die Lampe immer voll bleibe. Die Töchte in völlig gesättigtem Salzwasser wohl durchzunässen, und wieder vollkommen zu trocknen, auch das Oel mit Salz zu reinigen, trägt das meiste zu einer hellen und wenigrauchenden Flamme bey.

Die Gröse der Laterne wird durch die Gröse und den Ort des Hohlspiegels, der Lampe, des Beleuchtungsglases, und der übrigen Gläser zur Vergröserung, völlig bestimmt. Man siehet sie unter mancherley Gestalt, selbst als den Aufsatz eines Commods, ohne es von aussen zu merken.

§. 341.

Das Helioscopium, wenigstens eine Hauptgattung desselben, ist auch noch einigermasen unter die Sonnenvergröserer zu rechnen.

Es ist ein Werkzeug, womit man das Sonnenbild, in einem verfinsterten Zimmer, auf einer weissen Wand, vergrösert darstellt, in der Absicht, die Sonnenflecken oder die Sonnenfinsternisse, bequem, und ohne Nachtheil der Augen, zu beobachten.

Die Brennweite eines erhabenen Glases entwirft zwar immer, an ihrem Ende, ein Sonnenbild, und ein desto gröseres, je gröser die Brennweite des Glases ist: allein da der Abstand der Sonne unermeßlich viel gröser ist, als die gröste mögliche Brennweite eines Glases; so ist vermittelst eines einzelen

Gla=

Glases niemals ein vergrösertes Sonnenbild zu erlangen.

Jedannoch aber läßt sich der viel kleinere Brennpunkt eines erhabenen Glases als den Gegenstand eines Vergröserungsglases betrachten und behandeln, und wenn er als eine nahe Sache mit divergirenden Strahlen darauf einfällt, auf eine entgegengesetzte Wand sehr vergrösert bringen; so daß das vergröserte deutliche Bild entweder eben so groß, oder auch namhaft gröser, von der Wand in die blosen Augen fällt, als diese die Sonne selbst erblicken.

Doch siehet man hier mehr auf die Deutlichkeit des Sonnenbildes, als auf dessen Gröse; und wo beyde miteinander verbunden werden können, da hat das Werkzeug seine gröste Vollkommenheit.

Es erhellet hieraus, daß die wesentliche Beschaffenheit dieses Werkzeugs von einem Sternrohr in nichts unterschieden sey, als daß hier das Augenglas etwas weiter vom Objectivglase abstehen müsse, als wo man durch das Sternrohr eine sehr entlegene Sache siehet.

Man hat sich hier nach der Oeffnung des Auges nicht zu richten; und kann also die äusserste Verhältnis des Augenglases zum Objectivglase annehmen, die nur noch deutlich zeigt. Weil ferner hier die Farben sehr stark einfliessen; so giebt man dem Objectivglase eine kleinere Oeffnung, als sonst nöthig wäre. Je mehr das Sternrohr vergrösert, und je weiter darneben die Wand vom Augenglase abstehet; desto gröser erscheint das Sonnenbild.

Die Anwendung dieses Werkzeugs geschiehet am bequemsten nach der 67 Figur. Das ausgezogene Sternrohr bekommt da, wo sein Schweerpunkt hinfällt, ein Futter, bis es sich in das Rohr f g h i, oder in die Höhlung der Kugel schickt, ohne zu wanken: im

übrigen verfährt man gänzlich, wie mit dem Sonnenvergröserer von dieser Art. Es ist wohl überflüssig zu erinnern, daß das Objectivglas gegen die Sonne, das Augenglas aber gegen die Wand gekehrt werden müsse.

Wenn der gläserne Spiegel nicht ein dreyfaches Sonnenbild auf die Wand stellte; so wäre die Einrichtung in der 68 Figur auch hier in mehreren Fällen schicklicher, sonderlich wo lange Sternröhre gebraucht würden. Ein ebener metallener Spiegel würde dieser Unbequemlichkeit abhelfen; doch wenn der gläserne ziemlich dick ist, so fallen die Sonnenbilder nicht mehr ineinander, und er ist in diesem Fall noch erträglich zu nutzen.

Dieses Helioscopium wird unbequem, wenn das Fernrohr länger ist, als 4 bis 6 Fuß. Daher betrachtet man die Sonne mehrentheils durch ein Sternrohr, wie die andern Gestirne: nur mus hier das Auge geschützt werden, welches erhalten wird, wenn man entweder das Augenglas selbst oder ein hinter dasselbe gesetztes ebenes Glas mit dem Rauch einer Baumöllampe so dick anlauffen läßt, daß das Auge ohne Beschwerlichkeit in die Sonne sehen kann. Ich setzte mit gutem Erfolg hinter das gewohnliche Augenglas des Sternrohrs ein planconvexes, als ein Collectivglas, und schwärzte nur dieses letztere auf der ebenen Seite, ohne sonst etwas zu ändern.

§. 342.

Zuletzt ist auch noch etwas weniges von der Wand zu sagen, worauf die Bilder fallen. Der Gestalt nach kann sie völlig eben seyn, wenn sonderlich ihr und der Sache Abstand von dem Vergröserungsglase groß sind. Ist aber dieser klein; so ists besser, ihr die Kugelform, (oder vielmehr eine andere noch mehr gekrümmte) zu geben, welche der Abstand

stand der Wand als Radius erzeugt, weil man auf dieser Kugelform einen grösern Raum auf einmal deutlich siehet, als auf dem ebenen Raum, wo die äusserste Seitenaxen nicht wohl einen grösern Winkel an einem einfachen Glase machen können, als von 30 Graden, ein allenthalben deutliches Bild darzustellen: allein weil die Wand für jeden stark veränderten Abstand der Sache eine andere Krümmung haben müßte; so bleibt man gemeiniglich bey der ebenen Gestalt.

Die Farbe der Wand soll ordentlicher Weise die weisse seyn, weil man auf solcher das Bild am hellesten siehet, und sich alle Farben des Gegenstandes richtig zeigen.

Endlich soll ihre Fläche ganz rein, ja geglättet doch nicht stark glänzend seyn, so weit beydes möglich ist: weil sich hier sehr kleine Theile deutlich zeigen, die auf dem gemeinen Schreibpapyr noch undeutlich erscheinen.

§. 343.

Ich hielt es für die Anfänger am dienlichsten, wenn ihnen anfangs, durch alle dioptrische Erscheinungen und Werkzeuge, das Refraktionsgesetz nur allein im dichten Glase gezeigt würde. Nun aber will ich dennoch an dem Beschluß dieses Abschnitts noch kürzlich weisen, wie alle bisherige Regeln auch leicht auf andere durchsichtige Materien angewendet werden können.

Es ist bisher alles aus der Brennweite eines planconvexen und planconcaven Glases hergeleitet worden. Wenn also diese beyde Brennweiten in andern durchsichtigen Materien, denen die Form eines planconvexen und planconcaven Glases gegeben worden, bekannt sind; so wendet man alle bisher gebrauchte Regeln bey diesen eben so, wie im Glase, an:

ja man betrachtet sie als würkliche sphärische Gläser von gleicher Brennweite mit ihnen.

Die Refractionsverhältnis in verschiedenen Materien ist aus §. 8. zu ersehen. Und §. 39. Fig. 7 und 8. ist gezeigt worden, wie man, aus dem gegebenen Radio der Kugelfläche und der Refractionsverhältnis, die Brennweite des planconveren und planconcaven Glases durch Zeichnung und Rechnung finden könne.

Es läßt sich diese Brennweite aber auch blos practisch, nach der im 11ten Abschnitte des I. Buchs gegebenen Anleitung, finden.

Tab. IX. Fig. 70

Wenn die durchsichtige Materie flüssig ist; so wird an einen Abschnitt g c h Fig. 70. von einer hohlen gläsernen Kugel, die richtig ist, ein ebenes Glas g h gekittet, und an dem Rande eine Oeffnung gelassen, das Flüssige einzugiessen. Auf diese Weise ist es, wie ein dichtes Glas, in allen Lagen zu gebrauchen.

Aus 2 dergleichen aneinander gekütteten und gefüllten Kugelabschnitten entstehet eine Figur, die einem auf beyden Seiten erhabenen Glase gleichet. Und eine hohle gläserne Kugel, die mit der durchscheinenden flüssigen Materie ganz angefüllt und mit Gork zugestopft worden, ist einer dichten gläsernen Kugel, ausser der verschiedenen Strahlenbrechung, ganz ähnlich.

Doch ist auch die wagrechte Lage einer solchen kugelförmigen gläsernen Schaale, ohne sie mit einem ebenen Glase zu bedecken, zu manchen nützlichen Versuchen sehr dienlich; ich wollte daher in der 70ten Figur das nöthigste von ihrem Gebrauch, zur gegenwärtigen Absicht, anzeigen.

Es sey a c b die gläserne Schaale, welche nur etwa halb mit der flüssigen Materie angefüllt wird, wo

wo man sich ein Zeichen macht, um verschiedene flüssige Dinge desto richtiger zu vergleichen. Unter der Schaale stehe ein bey l in Zapfen hangender ebener Spiegel, den man gegen die Sonne in S so wendet, daß ein Sonnenstrahl sl in lf die Axe der Schaale zurücke geworfen wird. Fällt nun eine eben so breite Lichtwalze auf die Schaale, als sie für gute Strahlen geöffnet ist; so wird das Flüssige dieselbe so brechen, daß sie als ein Lichtkegel hinter der Schaale in einen Brennpunkt f zusammen gehet, den man mit einem Postpapyr, oder matten Glase ik auffangt, und den Abstand cf mißt, welcher die gesuchte Brennweite des Flüssigen in der planconvexen Forme ist.

Weil man vornehmlich ein reines Wasser gebraucht, wenn man etwas anders als dichtes Glas zu dioptrischen Versuchen anwenden will; so werden auch den Anfängern die Exempel in Regenwasser am dienlichsten seyn.

Die Refractionsverhältnis ist in demselben wie 4 zu 3, und ihr Unterschied ist = 1, wie bey der Refractionsverhältnis im Glase. Wenn demnach in einem dichten, und in einem hohlen mit Regenwasser gefüllten, Glase, das die planconvexe Gestalt hat, der Radius der Kugelfläche eben dasselbe Eins, z. E. 1 Zoll 1 Fuß ꝛc. beyderseits ist: so verhält sich die Brennweite des dichten, zur Brennweite des mit Wasser angefüllten Glases, wie 2 zu 3. Wollte man also suchen wieviel z. E. die Brennweite in Glas von 6 Zoll, in Wasser, bey einerley Form mit dem dichten Glase, betrüge; so würde man es durch folgende Proportion erlangen:

$$2 : 3 = 6 : x, \text{ da wäre}$$

$$x = \frac{3 \times 6}{2} = 9.$$

6 Zoll Brennweite in Glas würde also 9 Zoll Brennweite in Wasser betragen.

Die Brennweite einer mit Regenwasser angefüllten gläsernen Kugel ist, nach ihrem Diameter berechnet, $= \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1$ Diameter der Kugel von ihrer Mitte an, und $\frac{1}{2}$ Diameter von der Fläche an gemessen. Die Brennweite der dichten Glaskugel verhält sich demnach zur Brennweite der Wasserkugel von einerley Diameter, wie 3 zu 4 von der Mitte an, und wie 1 zu 2 von der Fläche an gerechnet.

In der Vergröserung, und anderer Würkung, thut ein mit Wasser angefülltes sphärisches Glas eben das, was ein dichtes Glas thun würde, wenn dieses eben die Brennweite hätte, die jenes hat, folglich einen grösern Radium seiner Fläche.

Sind aber beyderley Gläser von einerley Radio gebildet; so verhält sich ihre Würkung verkehrt wie ihre verschiedene Brennweiten.

Z. E. der Radius der Kugelfläche sey in beyden = 1 Zoll; so wird des dichten Vergröserung seyn $= \frac{8}{2} = 4$malig: des mit Wasser angefüllten aber $= \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$malig. Es verhält sich aber 4 zu $2\frac{2}{3}$, wie 12 zu 8, oder wie 3 zu 2; und eben so verhalten sich die Brennweiten dieser beyden Gläser verkehrt.

Der fünfte Abschnitt.

Von dem Nutzen der sphärischen Gläser.

§. 344.

Ich hatte diesen letzten Abschnitt anfangs bestimmt, den Nutzen der sphärischen Gläser ausführlich zu zeigen: doch ich fand währender Arbeit, daß es

für

für die Anfänger verträglicher sey, wenn ihnen bey der Einrichtung der Werkzeuge sogleich angezeigt werde, worzu sie dienen können; und vieles mußte nothwendig aus dem Endzwecke hergeleitet und bestimmt werden.

Daher will ich hier nun desto kürzer seyn, da diese Abhandlung ohnehin unter der Hand schon stärker angewachsen, als ichs mir vorgesetzt; und nur dasjenige ausführlicher anzeigen, was in den vorigen Abschnitten entweder gar nicht vorgekommen, oder doch noch einige Zusätze nöthig hat.

§. 345.

Was die Sternröhre in der Sternkunst genutzt haben, davon zeugen die heutige astronomischen Schriften, in Vergleichung mit den alten, wo diese Hülfe gänzlich mangelte, hinlänglich.

Man hat nicht nur unzahlbare Sterne entdeckt, die den blosen Augen entweder gar nicht, oder doch nicht in der Sterngestalt sichtbar sind; sondern auch an den längstbekannten vieles gesehen, woraus man auf ihre Eigenschaften sicher schließt, die man vorher oft nicht einmal muthmaßte. Es zeugen davon die Nebelsterne, die Milchstrase, die gröste Anzahl der Cometen, die Sonnenmackeln und Durchgänge der untern Planeten durch dieselbe, die Trabanten und Mackeln der Planeten, der Ring des Saturns, u. s. w.

Selbst die vorhin gebrauchte Werkzeuge, am Himmel genau zu messen, sind viel vollkommener, seit deme man sie, an statt der Dioptern, durch die Sternröhre leitet; und es sind neue hinzugekommen, die ihren Ursprung allein von den sphärischen Gläsern, und den daraus verfertigten Werkzeugen haben, wohin sonderlich die mancherley Arten der Micrometer zu rechnen sind.

Die Erdbeschreibung ist durch dieses Wachsthum der Astronomie viel vollständiger geworden, und nimmt noch immer ansehnlich zu; weil man die Länge der Oerter aus den Immersionen und Emersionen der Jupiters-Trabanten sicher bestimmen kann, welches doch nur durch gute Sternröhre zu thun möglich ist.

Daher hat auch die Schiffahrt auf dem Weltmeer grose Vortheile erlangt, welche ihren Weg mehr am Himmel als auf dem Erdboden suchen mus, und ist zu einer Vollkommenheit gediehen, die man wohl ehemals nicht gehofft hatte; worzu die Dioptrik unmittelbar und mittelbar nicht wenig beygetragen.

§. 346.

Die Naturgeschichte hat durch Hülfe der Vergröserungsgläser den grösten Zuwachs erhalten.

Man kennet nun unzahlbare lebende Geschöpfe, worunter die Käsmilbe, das kleinste von dem was blose Augen noch unterscheiden können, der Elephant heissen mag.

Ein Tropfe desjenigen Wassers, worinnen Theile von Thieren und Pflanzen in ihre Verwesung gehen, gleicht einem grosen Teiche, in welchem vielerley Arten von grösern und kleinern Fischen, in gröster Menge schwimmen. Diese dienen jenen zur Speise, und die Räuber werden wieder andern stärkeren ein Raub. Setzt man ein mit Mistwasser angefülltes Glas, das oben einen engern Hals hat, in einen mässig warmen Ort, und füllt es von Zeit zu Zeit mit einer frischen Infusion von Pflanzensaamen auf; so hat man das ganze Jahr über eine Menge solcher Thierlein in groser Mannigfaltigkeit vorräthig, sie nach Belieben durch Vergrösserungsgläser zu betrachten.

Sau=

Saure flüssige Materien sind mit Schlänglein besetzt, die sichtbar lebende Jungen gebähren, und schöne Augen zeigen, ob sie schon unsern blosen Augen mit ihrem ganzen Körper kaum noch sichtbar sind.

Bringt man jenes alkalische und dieses saure Flüssige zusammen; so sterben in dem erstern die Innwohner sehr schnell, und die im letztern folgen ihnen auch bald nach, wenn das alkalische vorschlägt.

Man beobachtet an einem jeden Thier, Fisch, und Vogel, wie auch an jeder Pflanze, ein einer jeden Gattung eigenes Ungeziefer; und so weit man bisher durch die Vergröserungsgläser gewis geworden, läßt sichs vermuthen, daß eine jede Gattung dieses Ungeziefers wieder von einem eigenen Insekt bewohnt werde.

Daß mehrere Hautkrankheiten der Menschen und Thiere von Insekten herrühren, die entweder ihre Eyer hineingelegt, oder, wie die Zäckenart sich selbst darein begraben, und deren Jungen sich wieder heraus arbeiten, oder vermittelst eines Geschwürs herausbrechen; desgleichen daß der Eiter von lebenden Thierlein wimmle in allen Arten der Blattern: das hat abermal nur das Vergröserungsglas entdecken können.

Man bewundert billig manche Handlungen und Werke des Ungeziefers, deren Möglichkeit und Grund erst denen begreifflich wird, welche ihre Werkzeuge durch das Vergröserungsglas betrachten. Z. E. Man sehe die ganze Zunge einer Wespe, Biene, Hummels; den Rüssel des Kornwurms; die Säge und Füsse des Zäcken; die Klauen und Scheeren des Lausgeschlechts, je nachdeme sie in Federn oder Haaren arbeiten; u. s. f.

Wenn auch die Hauptttheile der Thiere und Pflanzen noch gut in die blosen Augen fallen; so bleiben doch die Theile der Theile, ohne Vergröserungsglas sehr oft verborgen. Z. E. man entdeckt erst durch dieses, daß der Papilionenstaub Federn, oder vielmehr Schuppen, seyen, zu ihrer Bedeckung; daß die sichtbare Schleissen einer Vogelfeder wiederum eine ganz ähnliche Feder vorstellen, und diese nochmals aus ähnlichen Federn bestehen, hier aber diese Aehnlichkeit aufhöre; daß die Haare der Spinnen und Raupen einer Feder viel näher kommen, als andern Haaren; daß der sichtbare Stachel der Wespen, Bienen ꝛc. nur die Scheide des darinnen verborgenen wahren Stachels sey; u. s. f.

Wer hat je das Blut aus den äussersten Aestlein der Pulsadern in die äusserste der Blutadern übergehen gesehen, als mit bewaffneten Augen? Was hat anders den Pflanzenstaub als stachelichte Hülsen gezeigt, woraus ein unbegreifflich zarter Staub hervor quillet; und in gewissen gesunden Thiersäften beständige Thierlein, in gröster Menge, gefunden, als das Vergröserungsglas? Wer hätte wohl vermuthet, daß der Schimmel ein Garten sey mit Pflanzen besetzt, die Knöpfe und Blumen treiben, auch ihren zeitigen Saamen wieder ausstreuen, ihr Geschlecht zu erhalten; wenn man der Vergröserungsgläser entrathen müßte, die dieses allein zeigen.

Doch genug hievon zu meinem Zweck, den Anfängern zu zeigen, daß sie ein weites Feld vor sich haben, die Vergröserungsgläser mit Vergnügen zu nutzen.

§. 347.

Die Zeichnungs- und Mahlerkunst ist zwar sehr viel älter, als die Erfindung der sphärischen Gläser: nichts

nichts destoweniger ist sie durch dieselben sehr erleichtert und erhöhet worden.

Ein jedes Hohlglas zeigt in verschiedenen Entfernungen vom Auge, oder mehrere, von verschiedenen Brennweiten, in einerley Orte des Auges, einen Prospect verschieden verkleinert, aufrecht, und allemal sehr deutlich. Je breiter das Glas ist, folglich je grösere negative Brennweite es hat; desto besser erreicht hier ein gutes und ein fehlerhaft weitsichtiges Aug seinen Endzweck: Kurzsichtige aber sind auf eine gewisse gröste, und alle darauf folgende kleinere eingeschränkt, und müssen das Hohlglas näher zum Auge bringen, als die erstern. Setzt man gleich vor das Glas ein Netz von gleichen Quadraten in hinlänglicher Anzahl; so wird die Arbeit, einen Prospect im kleinen zu zeichnen, und nach dem Leben zu mahlen, den Anfängern sehr erleichtert.

Noch mehr aber ist dißfalls, und in vielem andern Betracht, durch ein erhabenes Glas zu erlangen, in der sogenannten Camera obscura; wo sich die Natur, so zu reden, selbst abbildet.

Das Wesentliche derselben ist von §. 121. bis 138. oben ausführlich gezeigt, und in dieser ganzen Schrift oft genutzt worden; indem das Bild in unserm Auge, und das Bild, welches vom Objectivglase allein in den Fernröhren und zusammengesetzten Vergröserungsgläsern entworfen wird, nichts anders ist, als ein Bild, das in der Camera obscura von einer näheren oder entfernteren Sache auf eine weisse Wand fällt.

Nun will ich das übrige von ihrer Einrichtung vollends hinzu thun. Das Hauptstück ist ein einfaches erhabenes Glas; es kann solches nur auf der einen, oder beyden Seiten, und im letztern Fall gleich oder ungleich erhaben seyn. Je gröser die Brennwei-

te des Glases ist; desto gröser erscheint das Bild eben derselben Sache in einerley Abstande. Doch wird das Bild nicht mehr vollkommen deutlich, wenn die Brennweite mehr als 8 Fuß beträgt; es wäre dann das Glas sehr fein, wo 10 Fuß Brennweite noch wohl angehet. 5 bis 6 Fuß geben hierzu die brauchbarste Brennweite.

Die geöffnete Breite des Glases sollte eigentlich nicht gröser seyn, zu der reinesten Vorstellung, als sie in einem Fernrohr an dem Objectivglase seyn darf: doch läßt sie sich hier noch namhaft gröser als dort annehmen; sonderlich wenn das Glas nicht ganz vornen an seiner Fassung gegen das auf allen Seiten einfallende Licht, sondern 6 bis 8 Zolle zurücke stehet, und wenn man es zu meistens gefarbten Gegenständen gebraucht.

Wenn das Bild nur durch ein einzeles erhabenes Glas entworfen wird; so verhält sich beynahem der Abstand der Wand vom Glase zum deutlichen Sehefelde auf der Wand, wie 7 zu 2. Wollte man nun das Bild eben so groß als den Gegenstand haben, und ganz übersehen: so müßte man die Gröse des Gegenstandes mit 7 multipliciren und das Product durch 2 dividiren, den Abstand der Wand für diese Gröse zu erhalten. Z. E. Man wollte einen Mann von 6 Fuß in Lebensgröse vorstellen; so wäre $\frac{6 \times 7}{2} = 21$ Fuß der Abstand des Bildes und zugleich des Gegenstandes vom Glase, und die Hälfte desselben $= 10\frac{1}{2}$ Fuß betrüge die Brennweite des Glases. §. 129.

Will man aber das Bild zwar ganz, doch kleiner als den Gegenstand, z. E. den 6schuhigen Mann 3 Fuß groß, sehen: so sucht man erstlich, wie oben, den Abstand der Wand vom Glase aus der gegebenen

Gröse

Gröse des Bildes $\frac{3 \times 7}{2} = \frac{21}{2} = 10\frac{1}{2}$; hernach aus diesem Abstande, und der Gröse des Gegenstands und Bildes den Abstand des Gegenstands $\frac{6 \times \frac{21}{2}}{3} = 21$; und endlich, aus diesen beyden gefundenen Abständen vom Glase, die Brennweite des Glases $\frac{21 \times 21 \times 2}{2 \times 3 \times 21}$ = 7 Fuß.

Behält man immer eben dasselbe Glas, welches durch die gleiche Gröse des Gegenstandes und Bildes, wie oben, bestimmt worden, und nimmt die Gröse des Bildes immer als 1 an; so läßt sich der Abstand des Bildes und Gegenstandes vom Glase folgender Gestalt leicht finden.

Multipliciret die Brennweite des Glases mit der Summe der Gröse des Bilds und Gegenstandes, und dividiret das Product durch 2; so giebt der Quotient den Abstand des Bildes, und die Gröse des Gegenstandes in diesen Abstand multiplicirt, bestimmt den Abstand des Gegenstandes vom Glase. Z. E. Das Glas halte 6 Fuß Brennweite, und die Länge des Bildes soll sich zur Länge des Gegenstandes verhalten, wie 1 zu 3; so ist $\frac{(1+3) \times 6}{2}$ = 12 = der Entfernung des Bildes vom Glase, und 3 × 12 = 36 der Abstand des Gegenstandes vom Glase.

Je mehr man in der Camera obscura auf einmal deutlich übersehen will; desto weiter müssen die Gegenstände vom Glase abstehen.

Wird, wie mehrentheils, das Glas in den Fensterladen eines Zimmers gesetzt; so ist wohl die Kugel Fig. 67. die bequemste Fassung desselben, wenn sie sonderlich 10 bis 12 Zolle dick ist, und

alle

alle Gattungen der Gläser darein gesetzt werden können.

Wenn man in einer langen geraden Gasse wohnt, ohne ein vorgerücktes Zimmer zu haben, und doch den Prospect der Gasse abgebildet sehen möchte: so kann man sich der Einrichtung Fig. 68. bedienen.

Das Bild wird in der Camera obscura am vollkommensten entworfen, wenn man, an statt Eines Glases, zwey von der gedoppelten Brennweite erwählt, und das eine als ein Collectivglas des andern gebraucht, doch so, daß sie nicht unmittelbar aufeinander zu liegen kommen, sondern etwa 6 bis 8 Zolle voneinander abstehen; welches schicklich geschiehet, wenn das eine Glas in das vordere Ende der Kugel, und das andere in das hintere eingesetzt wird, wo sie cylindrisch durchlöchert ist. Zwey gute Gläser von 10 Fuß Brennweite machen ein ungemein helles und deutliches Bild; wenn das vordere so breit geöffnet wird, als es nur immer die Deutlichkeit zuläßt, das hintere aber schmäler angenommen oder bedeckt wird. Sind aber die Brennweiten ungleich; so ists besser, das Glas von der grösern Brennweite zum hintern zu machen, als zum vordern.

Wie diese Gläser berechnet werden, ist aus §. 155 und 233 zu ersehen. Das hintere Glas mus allezeit schmäler seyn, als das vordere, oder bedeckt werden; und man findet seine geöffnete Breite, wenn der Abstand der beyden Gläser voneinander von der Brennweite des vordern Glases abgezogen, der Rest mit eben dieser Brennweite multiplicirt, und das Product durch die Breite des Vorderglases dividirt wird. Die Breite des Vor-

derglases aber hangt von seiner Brennweite ab, und wird also bey der gedoppelten Brennweite namhaft gröser, als bey der einfachen, wie aus der Hugenischen Tabelle §. 227. erhellet: Daher zeigt diese Art nicht nur deutlicher, sondern auch viel heller, als wo nur Ein Glas von gleicher Brennweite mit jenen beyden gebraucht wird. Und eben daher läßt sich hier auch der Abstand des Bildes von den Gläsern gröser annehmen als sonst; wenn man nur gute Gläser von so grosen Brennweiten, als hierzu nöthig ist, erlangen kann.

Es giebt wohl keine Art, die der Mahlerey mehr zu statten kommen könnte, in Ansehung der pünktlichen Abbildung, Lebhaftigkeit der Farben, guten Schattens ꝛc. als diese mit einem Collectivglase: nur fällt auch hier das Bild verkehrt; welches doch in allen Fällen nichts hindert, wo man den Gegenstand verkehrt stellen kann, wie z. E. die auf Ramen gespannten Gemählde, welche sich hier ganz vortrefflich in beliebiger Gröse, von der gleichen an bis auf alle kleinere, vorstellen lassen, wenn sie von der gedoppelten Brennweite des Glases an in die entferntere Abstände gesetzt und durch den Sonnenschein beleuchtet werden. Nur ändert sich der Schatten gar zu bald merklich; da dann die allerbeste Erscheinung sich in etwas ändert, wo der Gegenstand, das Glas und das Bild gegeneinander unverrückt bleiben.

Will man aber das Bild der aufrechten Gegenstände ebenfalls aufrecht sehen: so sind zween Weege, diesen Zweck zu erlangen.

Entweder fangt man das Bild nicht ferne vom Glase mit einem ebenen schief gestellten Spiegel auf, und bringt es auf den Boden, oder an die Decke

des

des Zimmers, wo es dem zwischen dem Glase und Bilde stehenden Auge aufrecht erscheint.

Oder man faßt zwey erhabene Gläser, von einerley kleinerer Brennweite, z. E. von 6 bis 10 Zollen, jedes in ein besonders Rohr dergestalten, daß zwischen ihren innern Brennpunkten ein beliebiger Raum könne, durch das Ausziehen oder Einstecken, gemacht werden. Im Gebrauch ziehet man sie von dem Stande, wo ihre Brennpunkten zusammenstosen, so weit voneinander, bis das Bild an der entgegengesetzten Wand deutlich und aufrecht erscheint.

Wenn man, an statt des gegen die Sache gekehrten Glases, zwey von der gedoppelten Brennweite so setzt, daß das Collectivglas über die halbe Brennweite des vordern hinaus stehet; so erscheint das Bild heller und besser. Doch erlangt man durch diese Umkehrung des Bildes, vermittelst zweyer Gläser, ein allzukleines Sehefeld, als daß sie zu mehr als einzeler Gegenstände Abbildung wohl taugte. In der erstern Art aber wird das Bild, wenn der Spiegel gläsern ist, niemals so rein, als ohne diesen.

Bey den beweglichen Arten will ich mich nicht aufhalten; da sie von dem bisher angezeigten in nichts unterschieden sind, als in dem beweglichen Kasten, den ein jeder nach seinen Absichten und Bequemlichkeit selbst angeben kann, wenn man ein Glas gewählt hat. Man findet §. 338. hierzu einige Anleitung bey einer andern Gelegenheit.

Nur hat man zuzusehen, daß das Glas Raum genug habe, sich, nach dem Unterschied der nähern und entfernteren Gegenstände, von der unbeweglichen Wand zu entfernen, oder sich derselben zu nähern.

Was §. 342. in Ansehung der Wand erinnert worden, ist auch hier zu beobachten: nur ist hier noch zu merken, daß oft auch eine gefarbte, sonderlich weißlichtgelbe, nützlich sey, wie auch andere, die Verwandlung der Farben zu sehen, selbst eine geglättete schwarze.

§. 348.

Der Meßkünstler gehet bey den sphärischen Gläsern ebenfalls nicht leer aus. Soll er, auch mit den besten Augen, ein genaues Absehen auf eine sehr entfernte Sache nehmen; so mus er sich eines Fernrohrs bedienen. Ist er kurzsichtig; so hat er auch in einer geringen Entfernung wenigstens ein Hohlglas nöthig.

In der Camera obscura lassen sich nicht nur mässige Abstände aus der Brennweite des Glases und dem Abstande der Wand von demselben messen; sondern man kann auch die Verhältnis der Theile in einer entfernten und unzugänglichen, mit dem Durchschnitte des Glases parallelen Länge finden, ja das würkliche Maas angeben, wenn nur ein Theil, z. E. die Länge oder Breite einer Thüre, Fensters ꝛc. in diesem Maase bekannt ist. Denn das Bild ist eine ähnliche, oder verjüngte, Fläche vom Gegenstande. Daher selbst im Quadrat- und Cubicmaas sich hier manche Aufgaben sehr leicht auflösen lassen, die sonst für schwer gehalten werden. Einige Anleitung hierzu ist oben, §. 137. gegeben worden.

§. 349.

Den Nutzen der sphärischen Gläser, in Verbesserung mehrerer Augenfehler, habe ich in dem 1 Abschnitte des II. Buchs ausführlich gezeigt, und

zwar auf eine Art, die auch denen faßlich ist, welche wenige Kenntnis von der Dioptrik haben.

Vor der Erfindung der sphärischen Gläser bediente man sich blos der Augensalben; was diese nicht verbesserten, das mußte man fehlerhaft behalten, und in dem Absehen auf manche Gegenstände, oder ihren Abstand, halb oder ganz blind bleiben. Nun aber erkennt fast ein jeder gemeiner Mann den Nutzen der Brillen im hohen Alter, oder bey besonderen Zufällen in jüngern Jahren; und die Künstler, welche in sehr kleinen Dingen arbeiten, achten ein mittelmässiges Vergröserungsglas, durch welches sie etwa 4mal gröser sehen, für keine geringe Wohlthat.

§. 350.

Die Würkung der Brenngläser wird nicht nur in Wissenschaften und Künsten, sondern auch selbst im gemeinen Leben mit Vortheil gebraucht.

Der Brennpunkt eines erhabenen Glases ist der Ort, wo alle auf das Glas einfallende Sonnenstrahlen sich im kleinsten Cirkel vereinigen, und folglich am dichtesten werden. Ich will z. E. doch ohne hierdurch ein völlig sicheres Verhältnis vest zu setzen, annehmen, daß ein erhabenes Glas von 9 Zoll Brennweite einen Brennpunkt von 1 Linie Breite mache. Es kann also dieses Glas 6 Zoll breit seyn, zu diesem Zweck, und es verhält sich seine Fläche zur Fläche seines Brennpunkts, wie $72^2 \times 72^2 = 5184$ zu 1. Wenn man nun auch $\frac{1}{6}$ für die Strahlen abrechnet, die in dem Durchgang durch das Glas zurücke bleiben; so sind dennoch die Lichtstrahlen im Brennpunkte 4320mal dichter, als sie auf das Glas einfallen. Ein Körper, den die Son-

ne

ne eine Zeitlang bescheint, wird oft so heiß, daß man ihn nicht wohl anrühren kann; es ist also auch den Anfängern leicht begreifflich, daß eine 4320mal grösere Hitze diejenigen Körper schmelzen oder anzünden müsse, die dessen fähig sind.

Giebt man einem erhabenen Glase, von einer grösern Brennweite und Breite, ein Collectivglas von kleinerer Brennweite, und einer Breite die sich eben so gegen diese Brennweite verhält, wie im grösern Glase; so wird die Verhältnis der Fläche ihres Vergleichungsglases zu der Fläche des gemeinschaftlichen Brennpunkts noch gröser, als wo nur Ein Glas gebraucht wird: Es zünden also diese beyde Gläser auch schneller an, und äussern durchgängig eine stärkere Würkung.

Dieses Feuer ist sehr rein, und es wäre nur zu wünschen, daß der Brennpunkt einen grösern Raum erfüllte. Soll er aber gröser werden; so mus auch das Glas viel breiter, folglich seine Brennweite viel gröser seyn. Dieses ist aber in dichtem Glase schwer, ja in vielen Fällen unmöglich, zu erhalten. Man ist daher auf grose gläserne kugelförmige Schaalen gefallen, die wohl aneinander gekittet und gefaßt, hernach durch eine gelassene Oeffnung am Rande mit reinem Wasser angefüllt werden, und sehr gute Würkung zeigen, jedannoch aber auch noch sehr kostbar sind.

Schon diejenigen Brenngläser, welche man noch machen kann, verwandeln alle bekannte Materien in Dünste, Glas, oder Kalk: es giebt also kein Gefäß, dem es nicht eben so ergehen würde, wie seinem Innhalt; folglich würde eine noch stär-

kere Würkung wol schwerlich so viel mehrers entdecken, als vielleicht manche vermuthen.

Es gereicht mehr zur Verwunderung der in der Dioptrik Unerfahrnen, als zu einem Nutzen, wenn man Eiß in die Form eines Brennglases bringt, und damit anzündet. Man siedet zur kältesten Winterzeit ein reines Wasser ab, damit die Luft ausgehe, welche sonst Blasen verursachen würde. Hernach gießt man das reineste von diesem gesottenen Wasser in ein cylindrisches Gefäß, das so breit und tief ist, als man ungefehr das Brennglas breit und dick haben will, und läßt es übernacht gefrieren. Endlich macht man eine Schaale heiß, worinnen sonst erhabene Gläser geschliffen werden, und läßt das cylindrische Stück Eiß darinnen auf beyden Seiten abschmelzen, bis es die Kugelgestalt angenommen; so dann setzt man es wiederum der strengen Kälte aus, bis die Sonne Gelegenheit giebt, den Versuch damit zu machen.

Da der Brennpunkt so sehr helle ist, wenn er sonderlich auf weisse Sachen fällt; so schadet man den Augen nicht wenig, wenn man ihn ohne einen Schutz auch nur kurz ansiehet. Man bedient sich, diesen Schaden zu verhüten, der Brillen von gefärbtem Glase, sonderlich der dunkelblauen; oder auch nur eines ebenen mit dem Rauch einer brennenden Lampe mässig geschwärzten Glases.

§. 351.

In dem gemeinen Leben wendet man öfters die sphärischen Gläser zu einer nützlichen nächtlichen Beleuchtung an. Es ist solches der umgekehrte Fall von den Brenngläsern: wie dort die parallel einfallende Strahlen sich in dem Brennpunkte vereinigen; so

gehen

gehen hier aus dem Brennpunkte eines erhabenen Glases, wo die helle Flamme einer Kerze, oder besser einer Lampe, stehet, Lichtstrahlen aus, und nach dem Brechen parallel fort.

Das parallele Licht wird nicht an sich, sondern nur im Durchgang durch die Luft etwas weniges schwächer; daher kann man mit diesen Strahlen, in einer grosen Entfernung, die Gegenstände, bey finsterer Nacht, noch ansehnlich beleuchten. Doch bleibt es alsdann in der Nähe finster: verlangt man also die Beleuchtung in die Nähe und Ferne zu gleicher Zeit; so giebt man der Laterne ein etwas breites ebenes Glas, und steckt aussen ein schmäleres planconveres Glas, dessen Brennpunkt auf die Flamme der Lampe fällt, mit der ebenen Seite an dasselbe, in dem Orte, wo die Axe des Glases die Mitte der hellesten Flamme trifft.

Weil die Flamme insgemein breiter und viel länger, als der Brennpunkt des Glases ist; so thut man in den meisten Fällen wohl, wenn man sie und das sphärische Glas etwas weiter voneinander setzt, als die Brennweite des Glases beträgt, nehmlich so, daß die Beleuchtung durch das deutliche Bild der Flamme geschehen kann.

Da eine mit Wasser angefüllte gläserne Kugel, wenn sie nur 3, bis höchstens 6 Zolle im Diameter hat, ein groses, obschon nicht sehr reines Bild der Flamme in einer mässigen Entfernung macht: so bedienen sich derselben mehrere Handwerker, die an einem beständigen Ort, in einem mässigen Raum arbeiten, mit gutem Nutzen. Wird eine solche Kugel in einen mit ihr concentrischen Ring gefaßt, der hinlängliche Breite hat zur Bedeckung der allzuviel ab-

weichenden Lichtstrahlen: so läßt sie sich auch zum nächtlichen Lesen, und andern Beleuchtungen wohl gebrauchen, wenn man sie nur an den rechten Ort setzt, und mit einer Lampe beleuchtet, damit das Licht immer einerley Ort behalte. Wer eine künstlichere Beleuchtung verlangt, bedient sich der Einrichtung, die oben bey der Lucerna Magica gezeigt worden §. 331. und leitet das davon ausgehende Licht, nach Gefallen, vermittelst eines ebenen Spiegels.

§. 352.

Meine Absicht gehet hier vornehmlich blos auf den Nutzen der sphärischen Gläser: Wollte man aber sich auch nur bis auf dasjenige ausdehnen, was aus den in dieser Schrift angezeigten Regeln der Refraktion überhaupt fließt; so wäre noch manches anzuführen. Ich will dennoch den Anfängern nur einen kleinen Fingerzeig dißfalls in etlichen Beyspielen geben.

Durch die Refraction siehet man die Sonne, ehe sie eigentlich aufgegangen; und siehet sie noch, wann sie eigentlich schon untergegangen. Daher gehen alle Räder-Uhren, die bey dem Aufgang oder Untergang der Sonne nach einer Sonnenuhr gerichtet worden, in jenem Fall merklich zu frühe, und in diesem merklich zu späth. Am Mittage hingegen fällt diese Refraction hinweg.

Mehrere haben in einem Wasser ihr Leben verlohren, dessen Grund ihnen viel feuchter oder höher in die Augen fiel, als er würklich war.

Mancher schießt oder sticht nach einem Fisch im Wasser, und der Fisch bleibt unversehrt, weil er nicht daselbst war, wo man ihn sahe.

Der

Der Grund von diesen 3 Fällen ist aus Fig. 3. zu sehen, wo eine in h liegende Sache dem Auge, das in i stehet und sie schief ansiehet, in f, und also höher erscheint. Würde aber das Auge in p stehen; so würde es die Sache in h eben daselbst erblicken, wo sie würklich liegt.

Man hat dieses zu zeigen ein besonderes Werkzeug, das ein Hydromantisches Gefäß genennt wird, worinnen ein heller Gegenstand dem an einerley Orte bleibenden Auge bald verschwindet, bald sich wieder zeigt, je nachdem man ihm durch eine verborgene Leitung das Wasser entweder entzieht oder giebt.

Wenn jemand in einem Nebel, oder bey angehender Nacht, oder in andern gleichen Umständen, einen Menschen, Baum 2c. der ihm ziemlich nahe ist, eben so undeutlich siehet, als er am Tage in einer viel grösern Entfernung erscheinet: so schätzt er ihn insgemein auch jetzt weit von sich entfernt. Kommt er nun in einer unvermutheten Zeit diesem Gegenstande so nahe, daß er ihn jezt ganz gut unterscheiden kann: so urtheilt er, diese vermeynte schnelle Annäherung seye durch ausserordentliche Wege geschehen, und hält den ihm entgegen kommenden für ein Gespenst, wie dieser ihn. Beyde weichen einander sorgfältig aus, und verirren sich; welches sie für eine Bekräftigung ihres Wahns halten, der doch nichts mehr war als ein Augenbetrug, oder vielmehr ein falsches Urtheil von einem ganz richtigen Sehen, nur in andern Umständen, als man gewohnt ist ordentlicher Weise und meistens zu sehen.

§. 353.

Ich beschliesse diese Abhandlung mit dem ersten und grösten Nutzen, der in der Ausbreitung der Ehre

GOttes bestehet. Der Schöpfer und Erhalter aller Dinge ist in dem Kleinsten eben so groß, als in dem Grösten; nehmlich in beyden unermeßlich. Er hat seinen grosen Namen auf alle seine Geschöpfe geschrieben; man mus aber denselben lesen können, wenn man Ihn darüber preisen soll. Je mehrere Geschöpfe man kennen lernt, und je tieffere Einsichten man in ihre Verbindung und Absichten erlangt; desto mehr wird man zum Lobe des Schöpfers tüchtig und aufgemuntert. Die Dioptrik, welche uns Wege zeiget, die entfernteste Weltkörper wie die näheren anzusehen, und die uns wegen ihrer Kleinheit unsichtbare Dinge in der Nähe, wie die sichtbaren zu betrachten, trägt zu diesem wichtigen Zwecke nicht wenig bey; und es mangelt nicht an offentlichen Schriften, die solches unwidersprechlich beweisen.

Regi:

Register.

A.

Abgang der crystallenen Feuchtigkeit des Auges ist durch Gläser zu verbessern §. 286.

Abweichungen der Lichtstrahlen. §. 99. 120.

Anwendung der Refraction auf Regenwasser. §. 343.

Arten, mancherley der sphärischen Gläser. §. 33 — 36.

Auge, desselben Beschaffenheit. §. 178 — 180. Fehler, und deren Verbesserung durch Gläser. §. 268 — 286.

Augenbetrug. §. 352. 254.

Augenmaas. §. 197.

Augenmesser. §. 271 — 276.

Augstern, §. 178. Unveränderlicher, wie er zu verbessern. §. 282.

Axe, der Mittel, welche die Lichtstrahlen brechen. §. 23.

B.

Bedeckungen der Gläser. §. 302. 308. 334.

Begriff, von der Vergröserung. §. 198 — 214. 299. Von einem Bilde. §. 121 — 124.

Beleuchtung der Gegenstände in Vergröserungsgläsern. §. 317 — 323. 330. 331. Im gemeinen Leben. §. 351.

Bild, eines Punkts. §. 3. 121. einer Linie und Fläche. §. 122. positives der erhabenen Gläser, §. 122 — 137.

Register.

137. negatives der Hohlgläser. §. 139 — 144. negatives der erhabenen Gläser. §. 151. Unendlich entferntes. §. 145 — 150.

Bilder, gemeinschaftliche mehrerer Gläser. §. 152 — 170. aller Bilder Deutlichkeit, §. 171. 172. Helligkeit. §. 172 — 177. Bilder in unsern Augen. §. 178 — 255.

Blendungen, §. 303. 325. 334.

Brechungsmittel der Lichtstrahlen. §. 5. Ihr Unterschied. §. 14. 24.

Brechungswinkel. §. 6 — 11.

Brenngläser. §. 350.

Brennpunkt. §. 16.

Brennweite, §. 16. der beyden Grundgläser, §. 40. 41. der aus ihnen zusammengesetzten. §. 83—90. Gemeinschaftliche aller innerhalb des Brennpunkts miteinander verbundenen Gläser. §. 91 — 98. des Vergleichungsglases §. 155. 161. 329. Practische Bestimmung der Brennweiten. §. 256 — 266.

Brillen. §. 277 — 281. 284. 350.

C.

Camera obscura. §. 121 — 138. 265. 347.

Collectivgläser, §. 93 — 98.

Crystallene Feuchtigkeit. §. 178. 286.

D.

Deutlichkeit der durch sphärische Gläser entworfenen Bilder, §. 171. 172. 226. 310.

Dunkelheit alter Augen. §. 283.

E.

Eigenschaft eines leuchtenden Punkts. §. 3.

Einfallswinkel der Lichtstrahlen. §. 6 — 11. 261.

Register.

Eintheilung, der Lichtstrahlen. §. 49 — 51. der Vergrö-
serungswerkzeuge, §. 307. 328.
Entfernung der Lichtstrahlen, §. 16. 51. scheinbare. §.
201. dieselbe zu finden. §. 212.
Erdrohr, aus erhabenen Gläsern, §. 237 — 242. 293.
Holländisches, §. 243 — 245. 294. 295.

F.

Fassung der Fernröhren, §. 300. 301. der Vergröserungs-
gläser, §. 324. 334.
Ferngläser, einfache, für Kurzsichtige, §. 277. 280. Für
Ueberweitsichtige, §. 279. 280.
Fernröhre. §. 217 — 245. und §. 287 — 306. Die-
selben nach fehlerhaften Augen einzurichten, §. 296. 297.
Figur, in welcher alle Entfernungen der auf ein Glas einfal-
lenden, und darinnen gebrochenen Lichtstrahlen enthal-
ten, §. 51. 80.

G.

Gebrauch der sphärischen Gläser. §. 267. für Kurzsichtige.
§. 185. 269. 277. für Weitsichtige, §. 185. 269.
278. für Ueberweitsichtige. §. 185. 270. 279.
Gedoppelte Fernröhre. §. 306.
Gegenstände, der Vergröserungsgläser, §. 326. 346. Des
Sonnenvergröserers, §. 233. Der Zauberlaterne.
§. 332.
Gesichtsgränze, §. 194 — 196. 284.
Gestelle zu Fernröhren, §. 304. zu Vergröserungsgläsern.
§. 324.
Gröse, scheinbare und wahre §. 201. Jene zu finden.
§. 213.

Haupt-

Register.

H.

Hauptaxe, §. 23.
Helioscopium, §. 341.
Helligkeit der durch sphärische Gläser entworfenen Bilder, §. 172 — 177. 226. 309.
Horopter, §. 194 — 196. 284.

K.

Kugel, §. 33. Ihre Brennweite in Glas, §. 112. In Wasser, §. 343. Ihr Nutzen, §. 351.
Kugelförmige Schaalen von Glas, §. 350. 343.
Kugelförmige Eißmassen, damit anzuzünden, §. 350.
Kurzsichtigkeit, §. 185. 269. 277.

L.

Lichtstrahlen, Erfahrungen von denselben, §. 2. 3. Ihre Refraction, §. 5. 6. Eintheilung, §. 49 — 51.
Lichtwalzen und Kegel §. 15 — 20.
Lucerna Magica, §. 328. 331. 332. 340.

M.

Micrometer, §. 305. 327. 339.
Microscope, s. Vergrösserungsgläser.

N.

Nebenlicht, wird durch Blendungen abgehalten, §. 303. 325. 334.
Netz im Auge, §. 178.
Nutzen der sphärischen Gläser, §. 344 — 353.

O.

Oeffnung, der Objectiv-oder Vordergläser. §. 226 ꝛc. 308 ꝛc.

des

Register.

des Auges, §. 178. Diese bestimmt die Brennweiten der Augengläser, §. 290. 311.

P.

Practische Bestimmung der Brennweiten in sphärischen Gläsern, §. 256 — 266.

R.

Reflectirender Sonnenvergröserer, §. 337.
Refraction, §. 5. 6. Ihre Verhältnis, §. 8.
Regierwerk zur Beleuchtung des Sonnenvergröserers, §. 335. 336.

S.

Schielen, §. 285.
Schranken der Refraction, §. 12. 13.
Sehen, das natürliche, mit blosen Augen, §. 181 — 193.
Sehefeld, §. 216. 229. 230. 249. 252.
Seitenaxe. §. 23.
Sonnenvergröserer, §. 328 ꝛc. 338.
Sternrohr, aus zwey Gläsern, §. 217 — 231. aus mehreren Gläsern, §. 232 — 236.

T.

Tabelle, die Entfernung aller Vereinigungspunkten in einfachen Gläsern durch Rechnung zu finden, §. 80.
Hugens, zu den Fernröhren, §. 227.
zu dem Augenmesser, §. 274.

U.

Vereinigungspunkt, §. 16. der Parallelstrahlen in beyden Grundgläsern. §. 40. 41.
Vergleichungsglas, §. 155. 161.
Verhältnis der Gläser, in Fernröhren. §. 226 — 231. und §. 290.

Register.

§. 290 — 295. In Vergrößerungswerkzeugen, §. 246 — 255. und §. 311 — 316.
Vergleichung der fehlerhaften Augen mit gesunden §. 296. 297.
Vergrößerung, §. 198 — 214. 299.
Vergrößerungsgläser, 246 — 255. dieselben nach fehlerhaften Augen einzurichten. §. 296. 297.
Uiberweitsichtigkeit, §. 185. 270. 279.
Undeutlichkeit der Bilder, in Fernröhren. §. 226. In Vergrößerungsgläsern. §. 310.

W.

Wand, womit die Bilder im finstern Gemach aufgefangen werden, §. 342. 347.
Weitsichtigkeit, §. 185. 269. 278.
Werkzeuge, die Sachen an die Vergrößerungsgläser zu bringen, §. 326.
Winkel, kleine geometrisch zu messen. §. 29.

Z.

Zauberlaterne, §. 328. 331. 332.
Zeichnung, Vortheile derselben in der Dioptrik. §. 54.

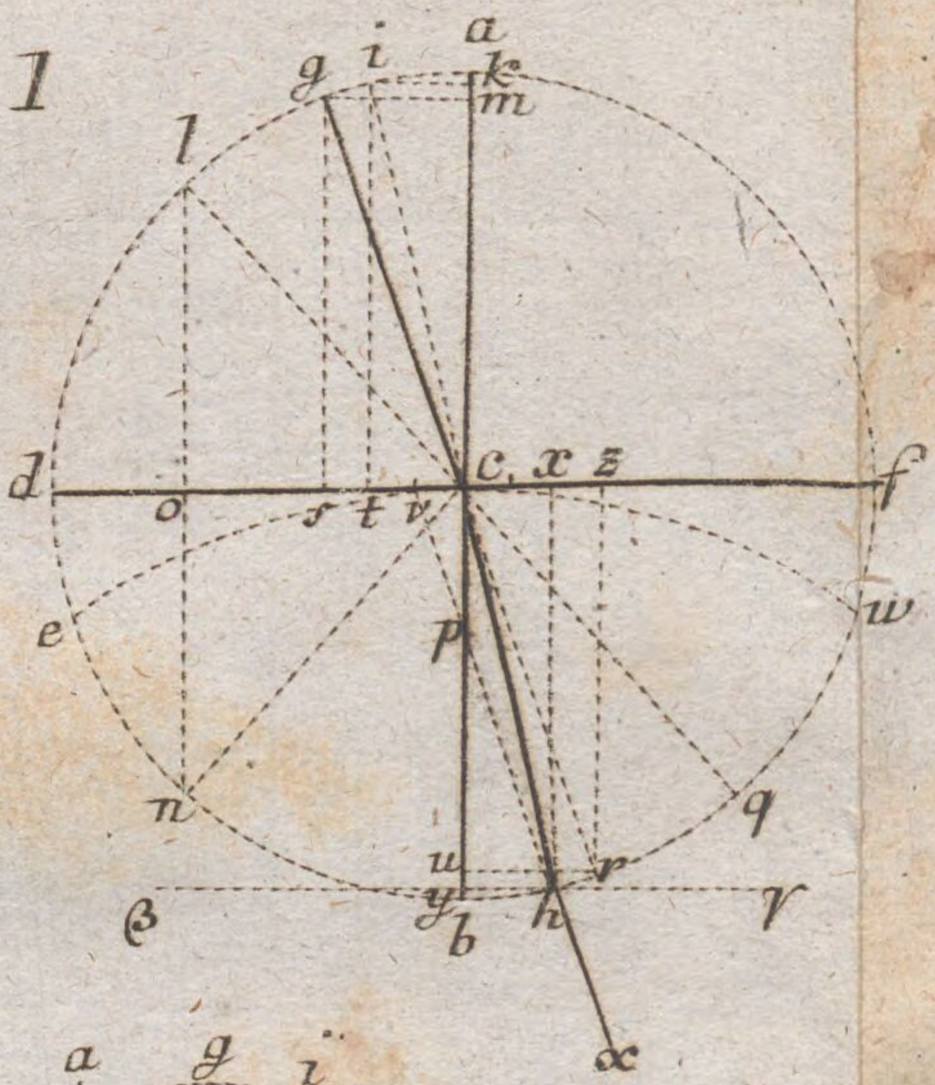
Verbesserungen.

Man lese

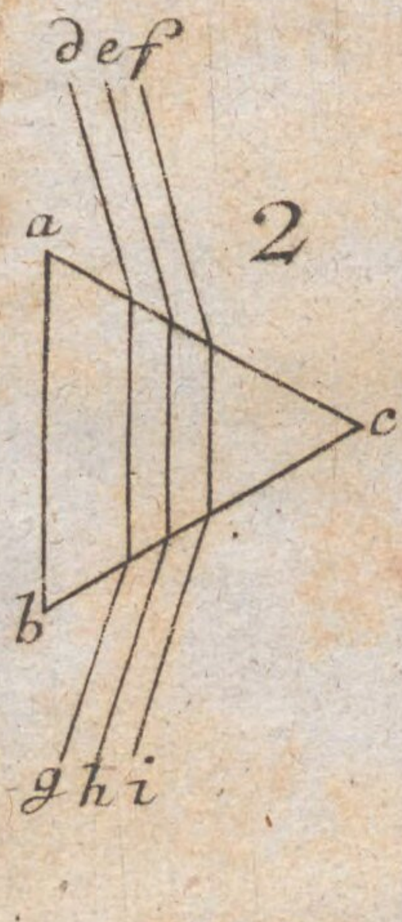
pag. 155. lin. 32. in der 3ten Columne 932 an statt 883.

pag. 159. lin. 17. wahre Entfernung zur scheinbaren, an statt scheinbare Entfernung zur wahren.

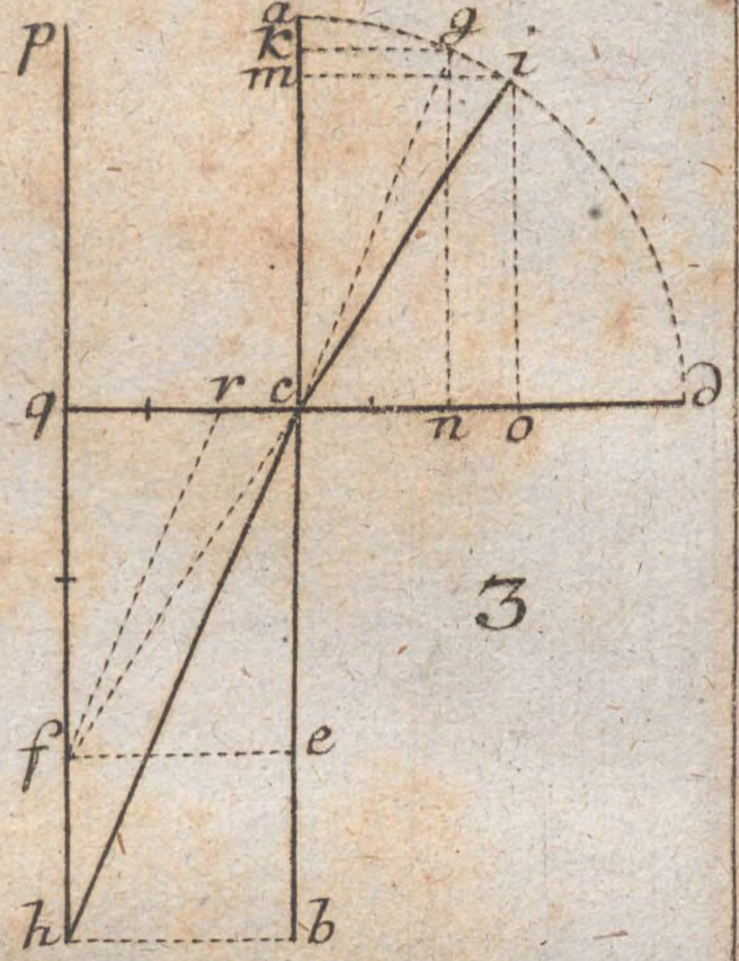
1


a
g
i
k
m
l
d
c, x z
f
o
r
t
v
e
p
w
n
q
u
y
b
h
β
γ
α

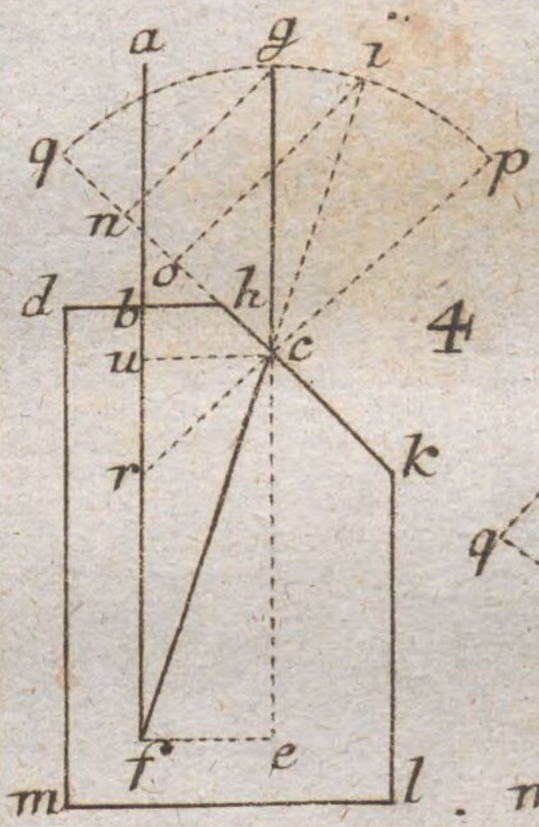
2


∂
e
f
a
c
b
g
h
i

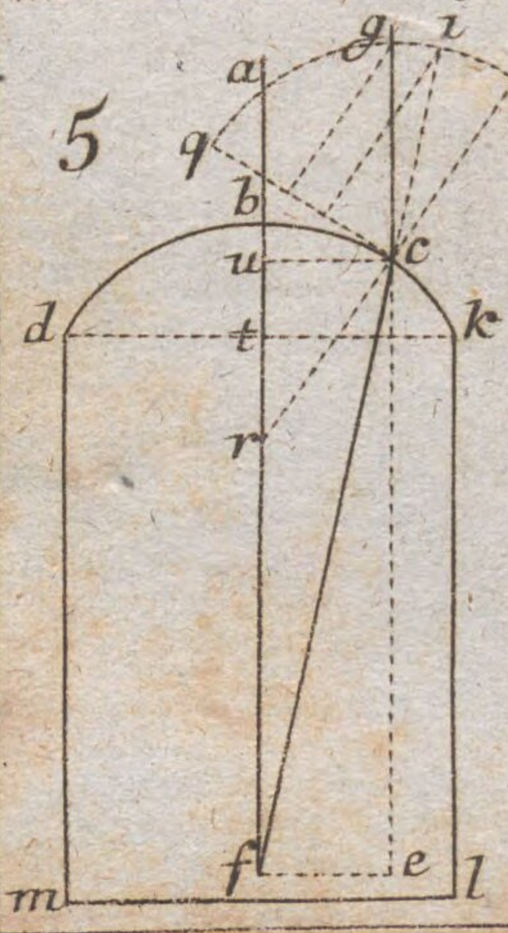
3


p
a
k
m
g
i
q
r
c
n
o
∂
f
e
h
b

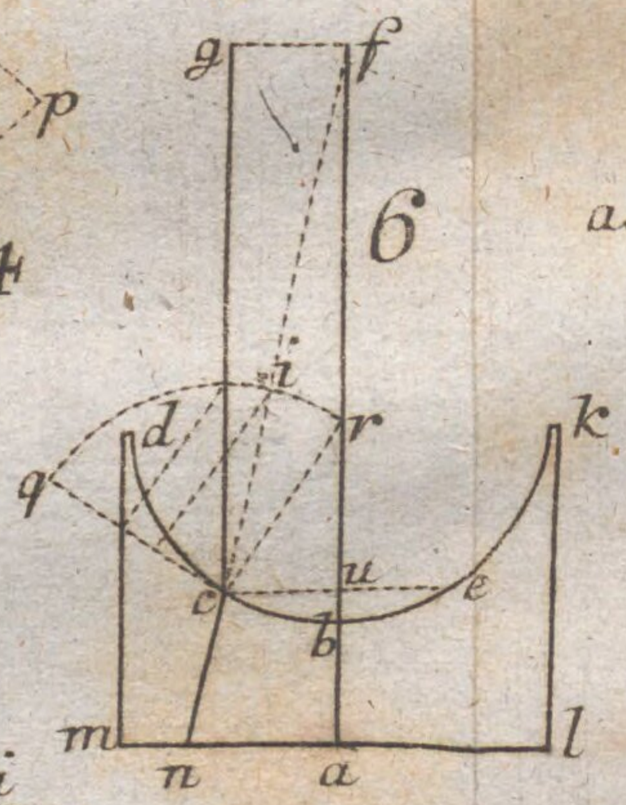
4


a
g
i
q
p
n
o
d
b
h
c
u
r
k
f
e
m
l

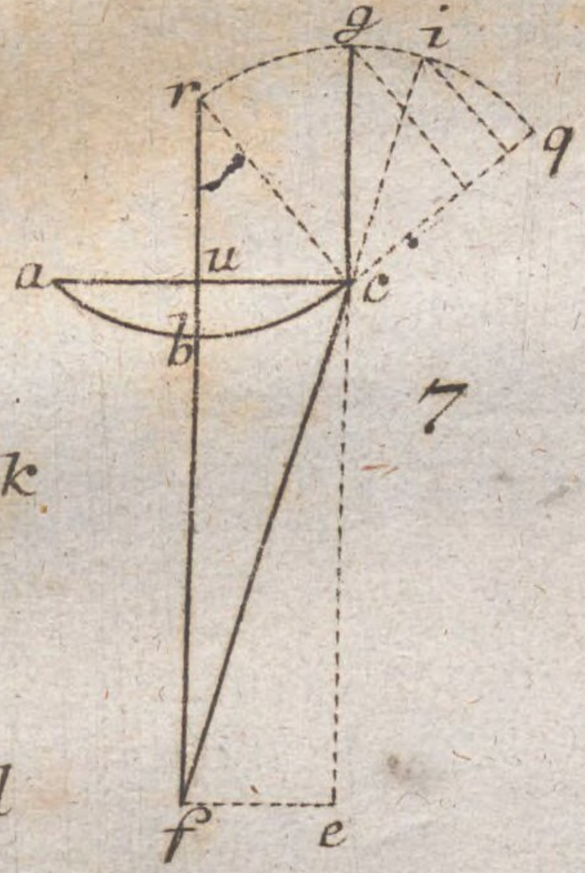
5


a
g
i
p
q
b
c
u
d
t
k
r
f
e
m
l

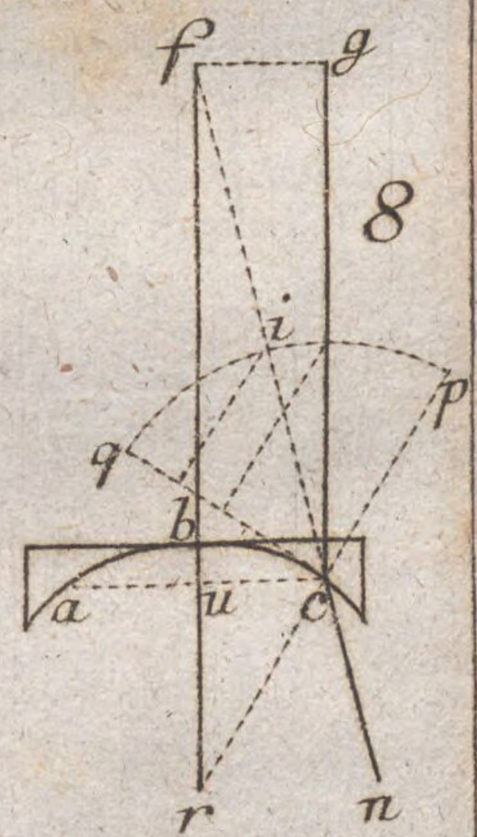
6


g
f
i
d
r
k
q
c
u
e
b
m
n
a
l

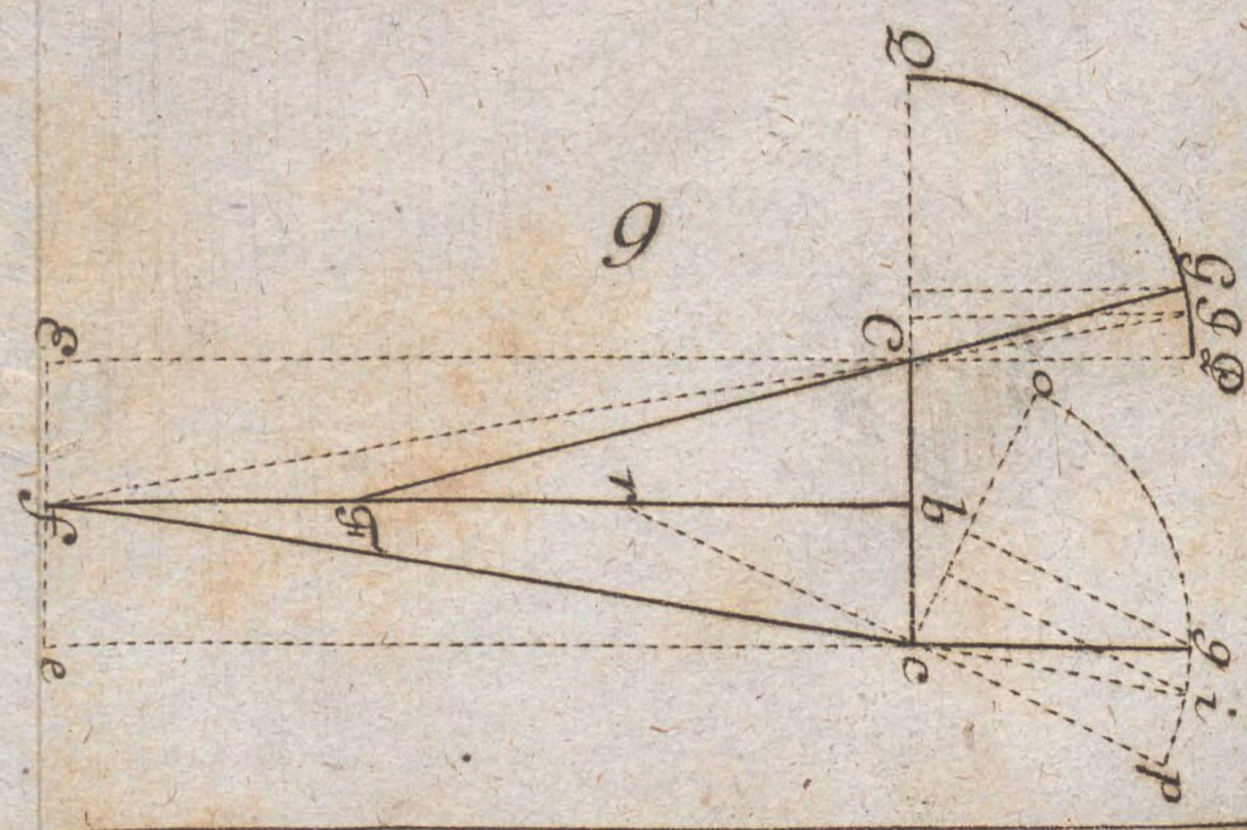
7


g
i
r
q
a
u
c
b
f
e

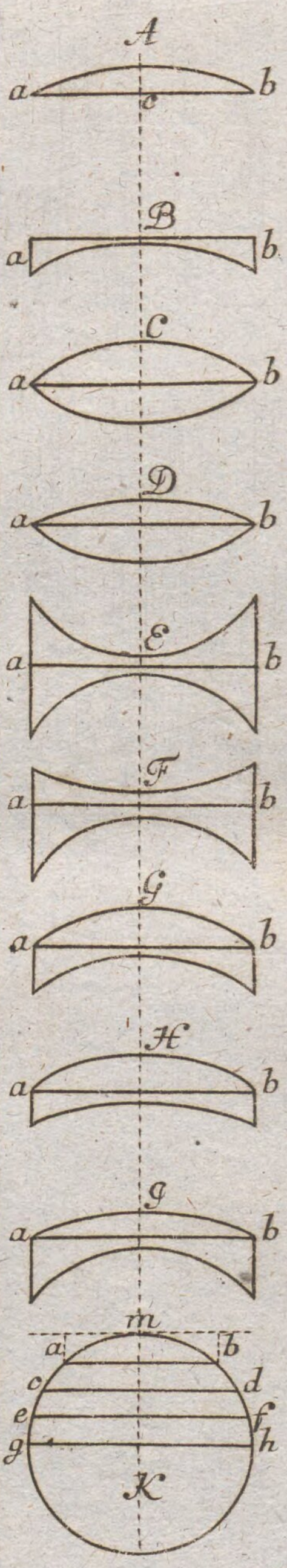
8


f
g
i
p
q
b
a
u
c
r
n

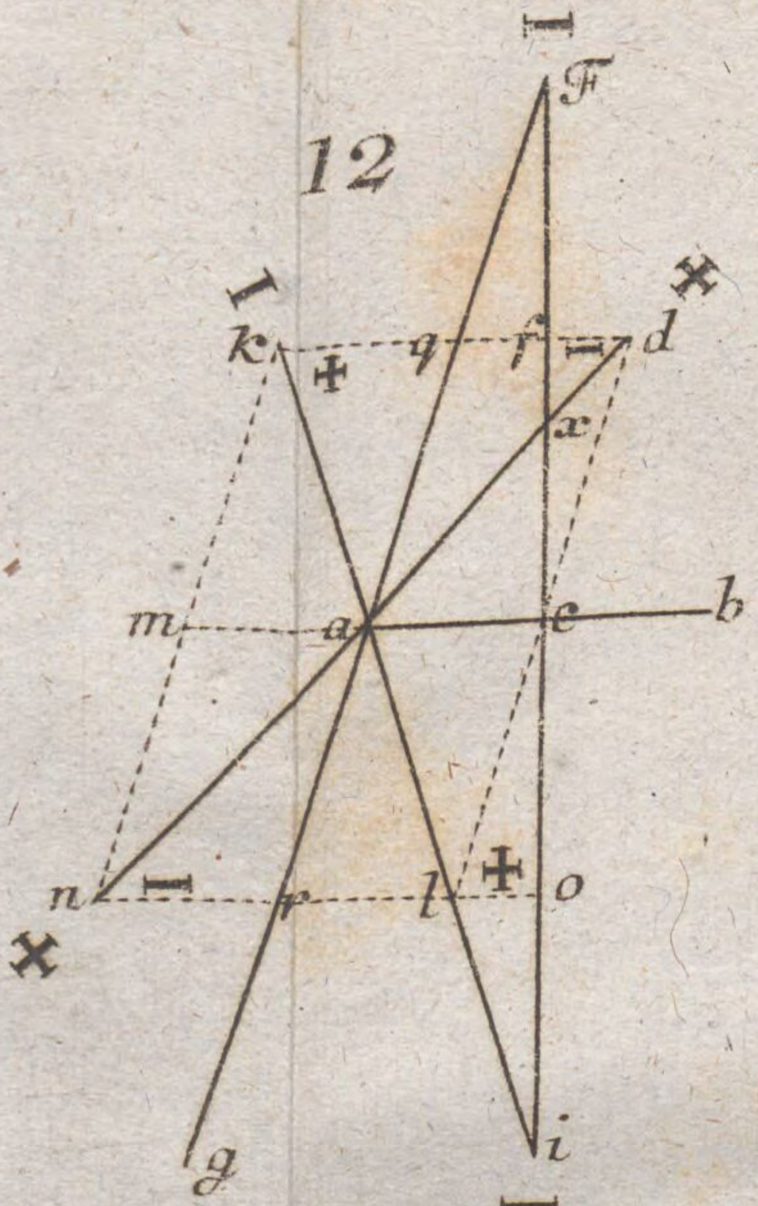
9


g
C
G
e
f
q
r
b
o
g
i
p

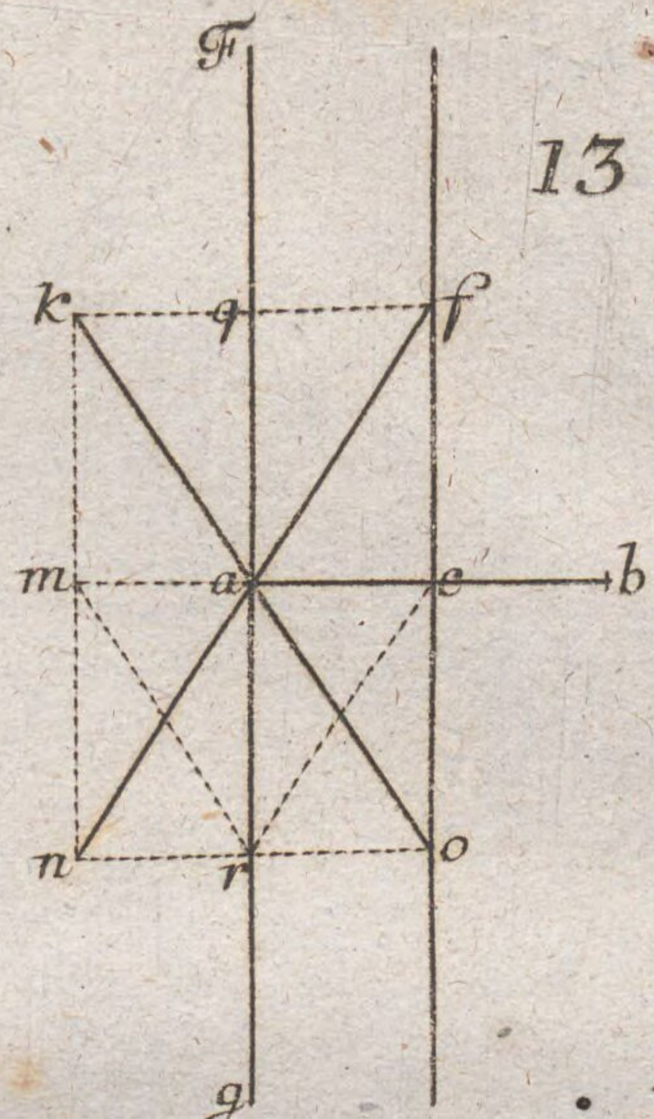
*



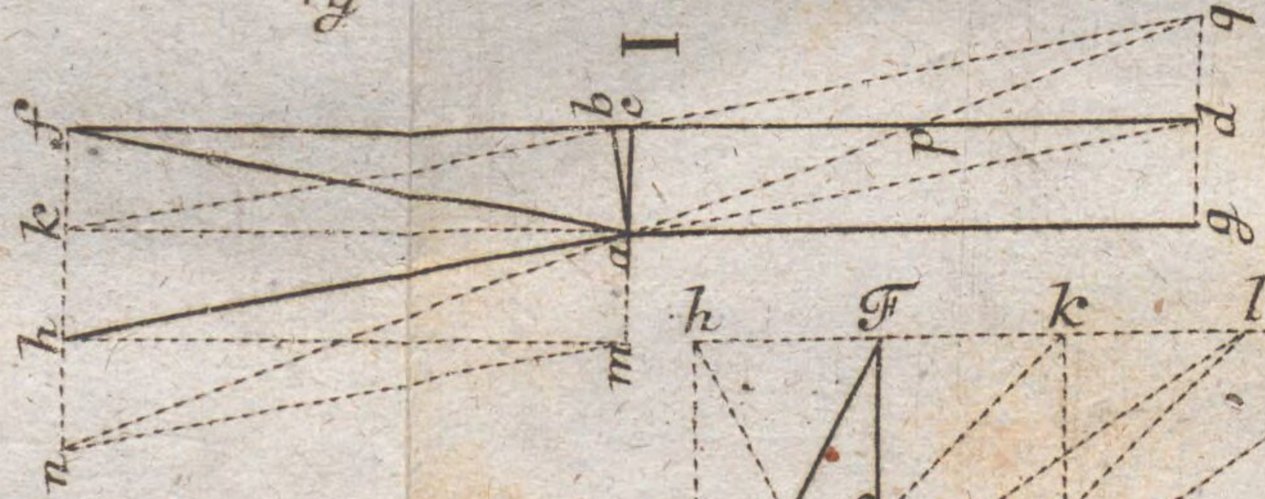
10



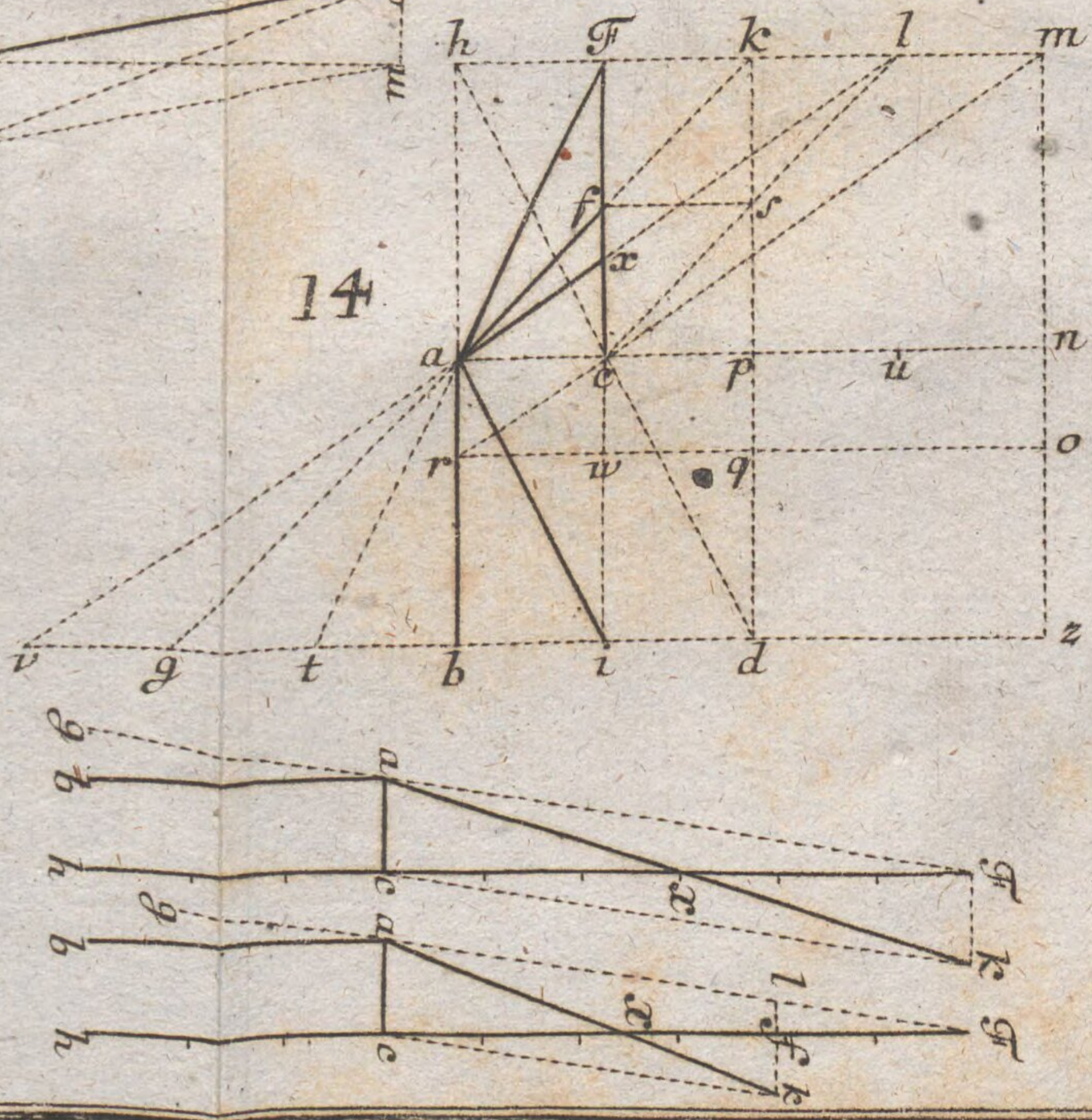
12



13



11



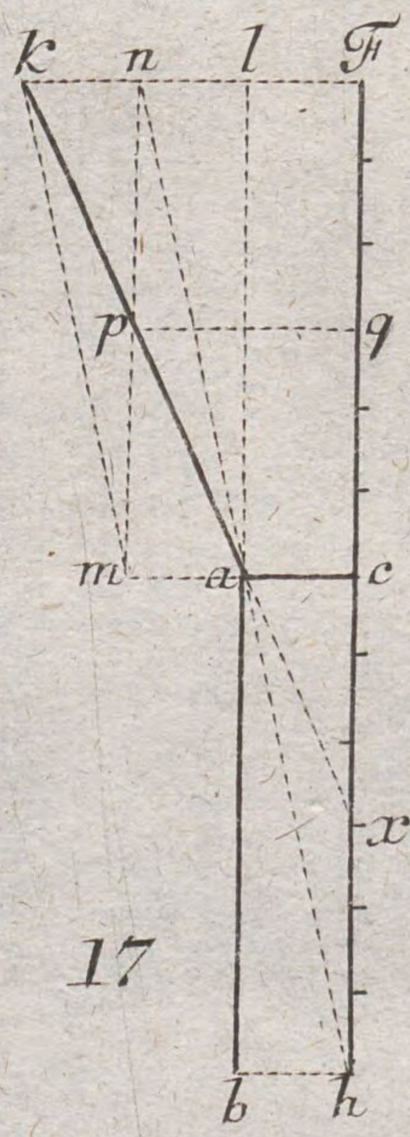
14

15

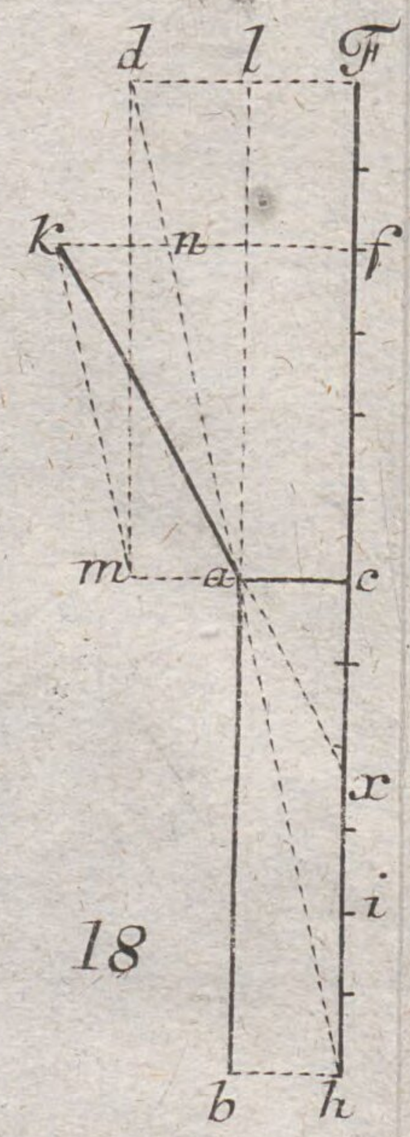
16

10

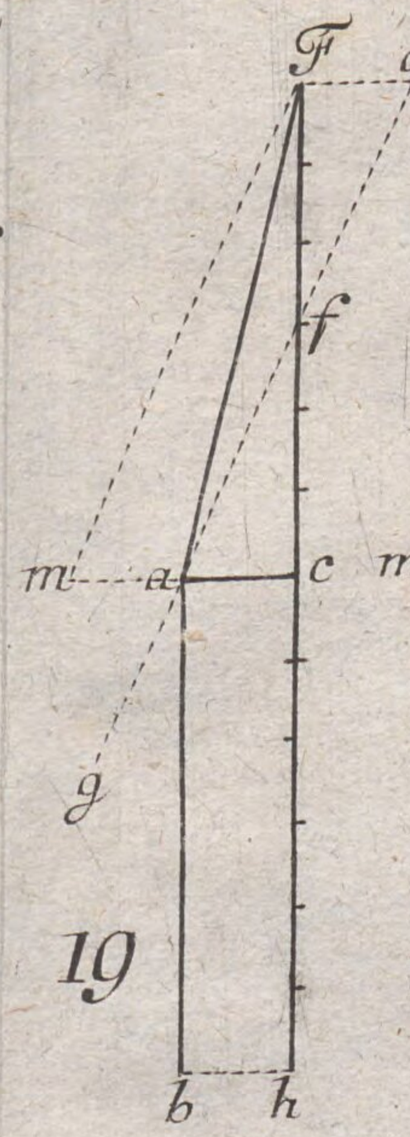
Joh. Marianus Sculp. Aug. Vind.



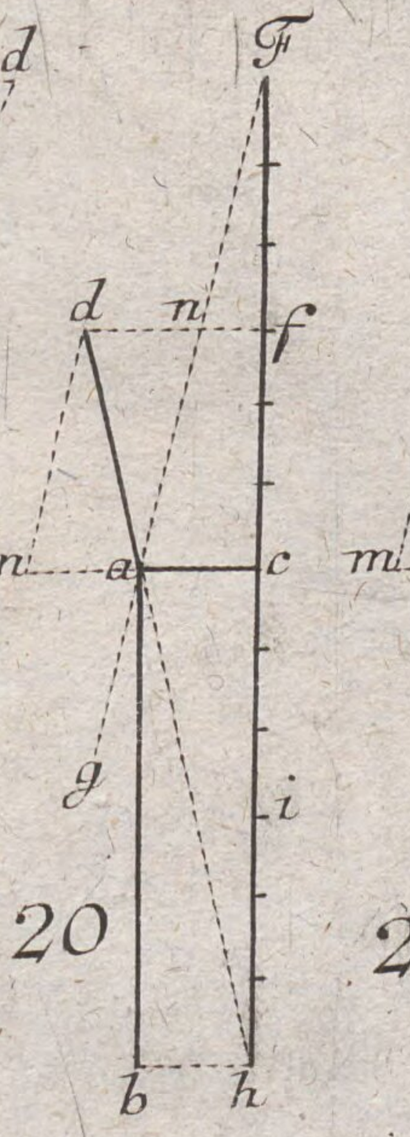
17



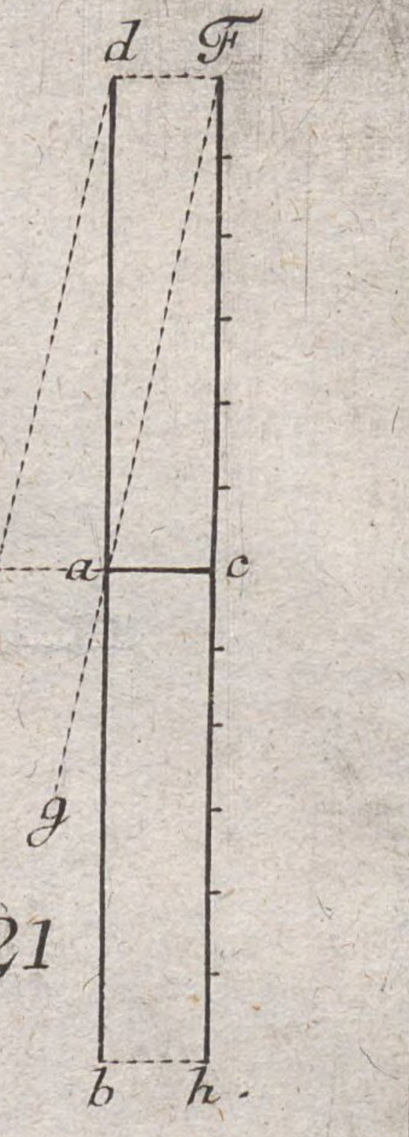
18



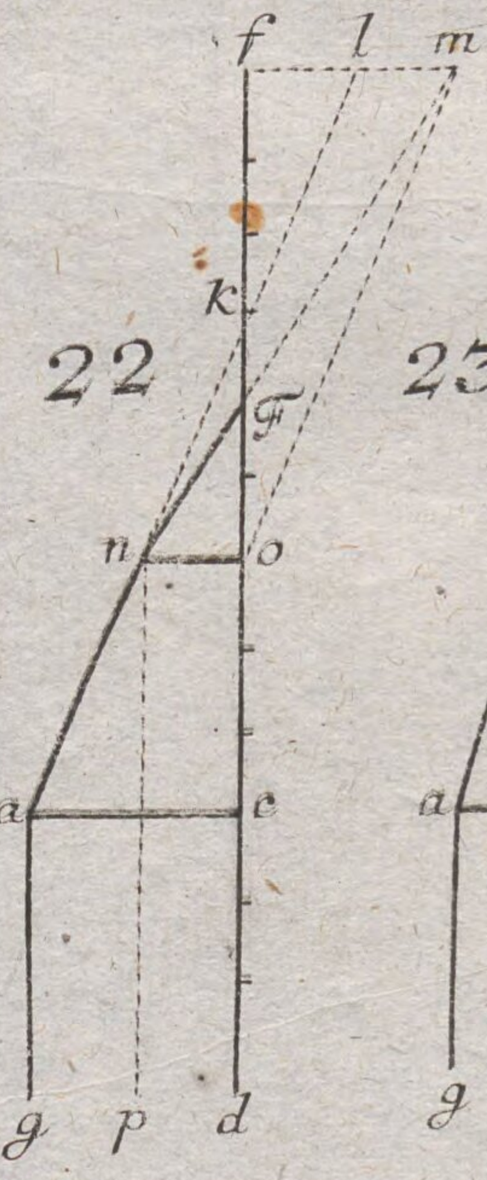
19



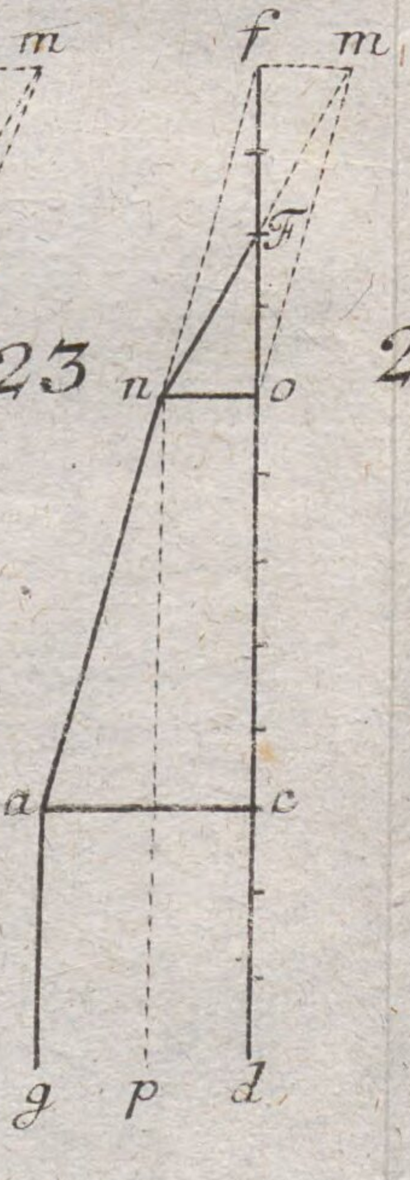
20



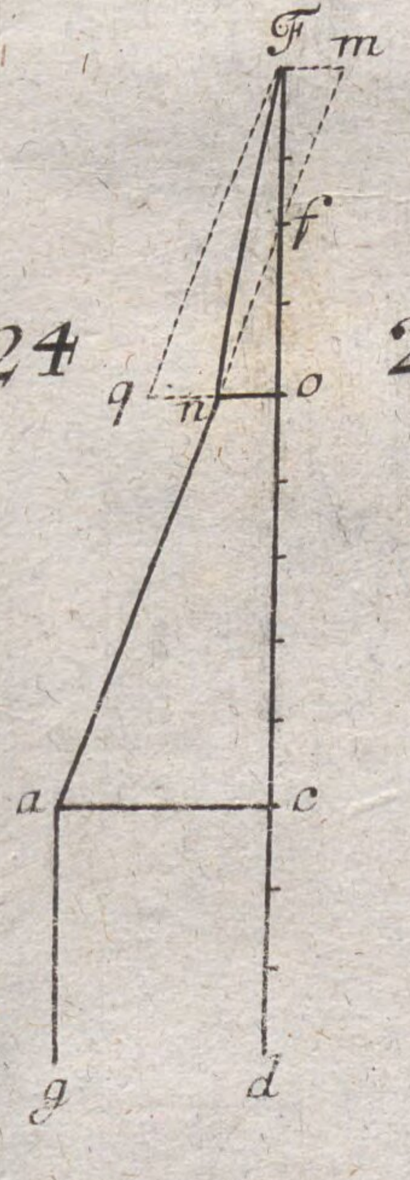
21



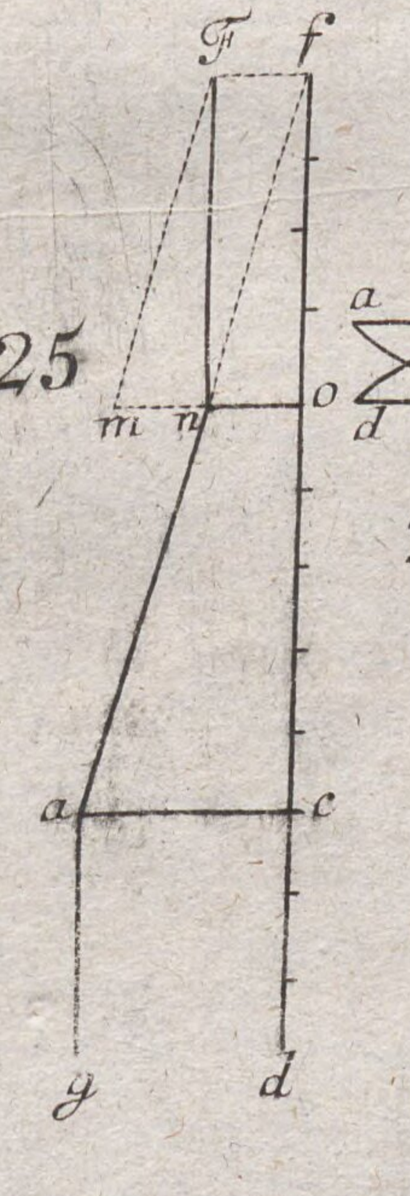
22



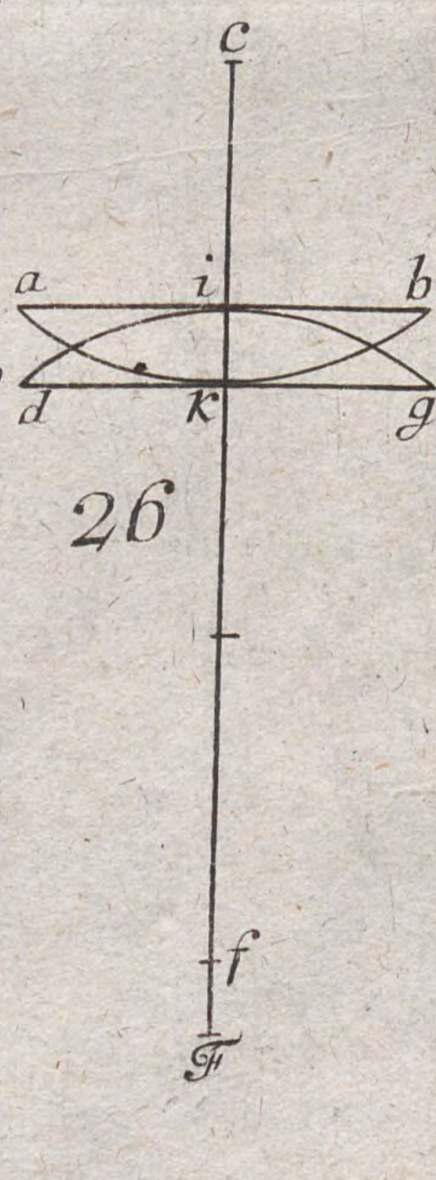
23



24



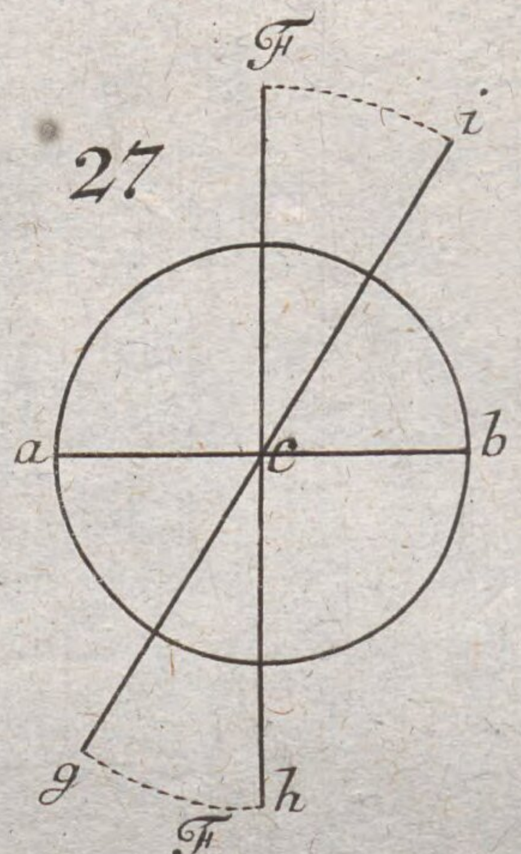
25



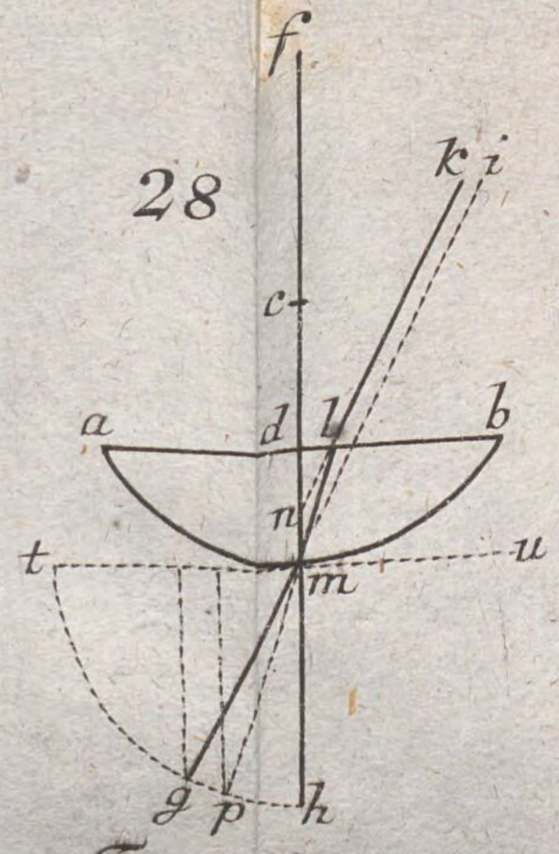
26

I. Marianus Sc. A.V.

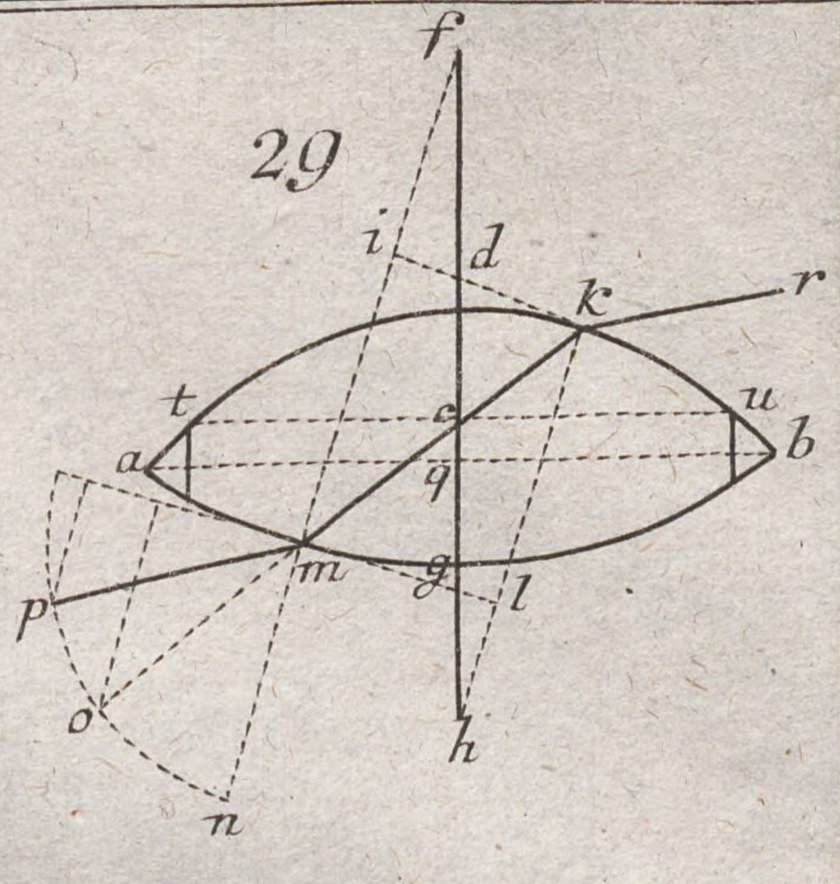
27



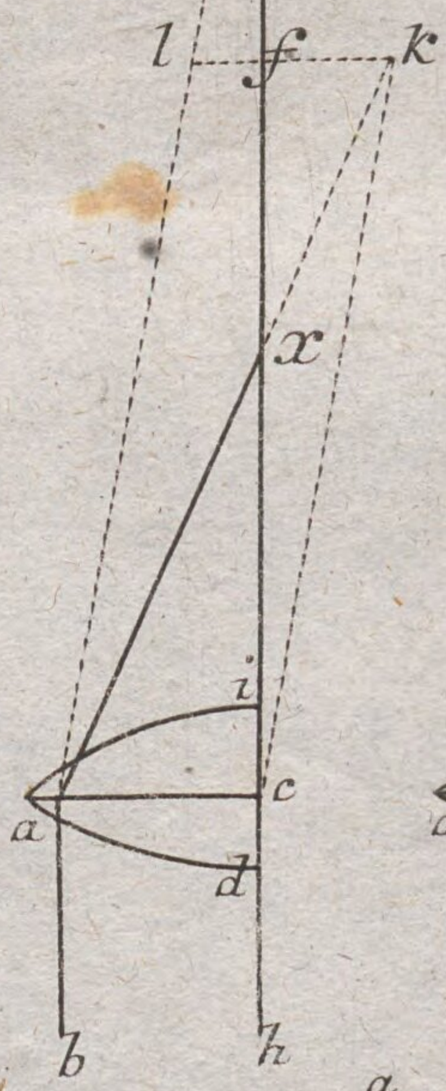
28



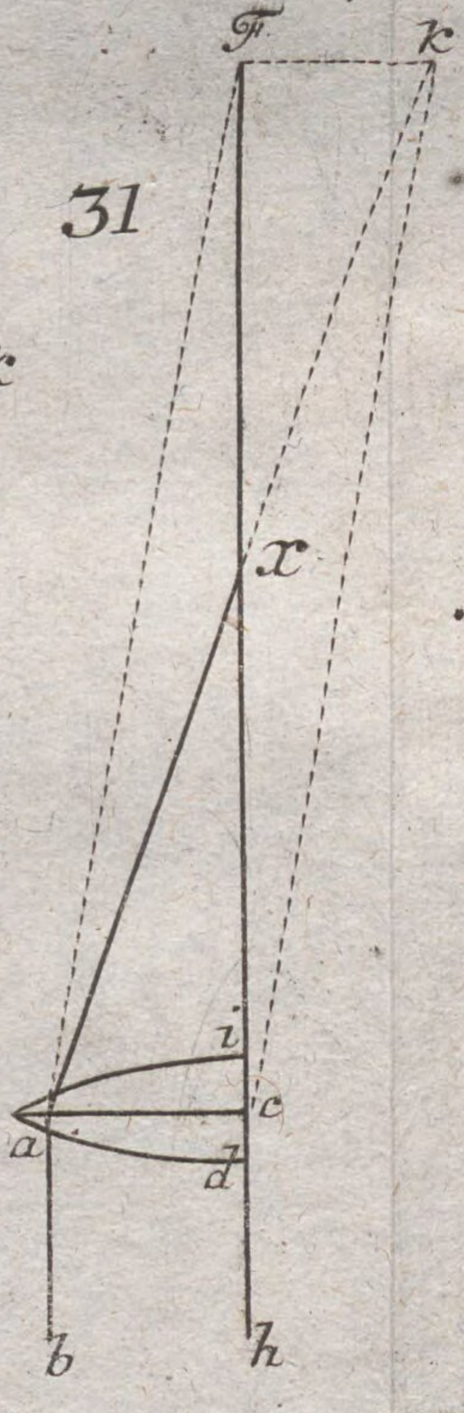
29



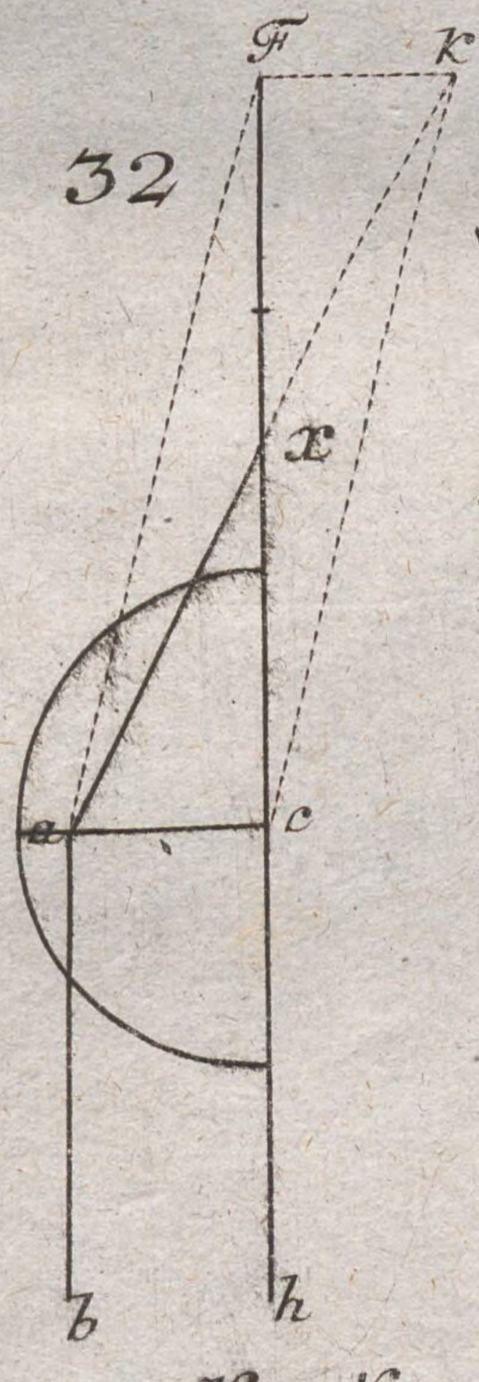
30



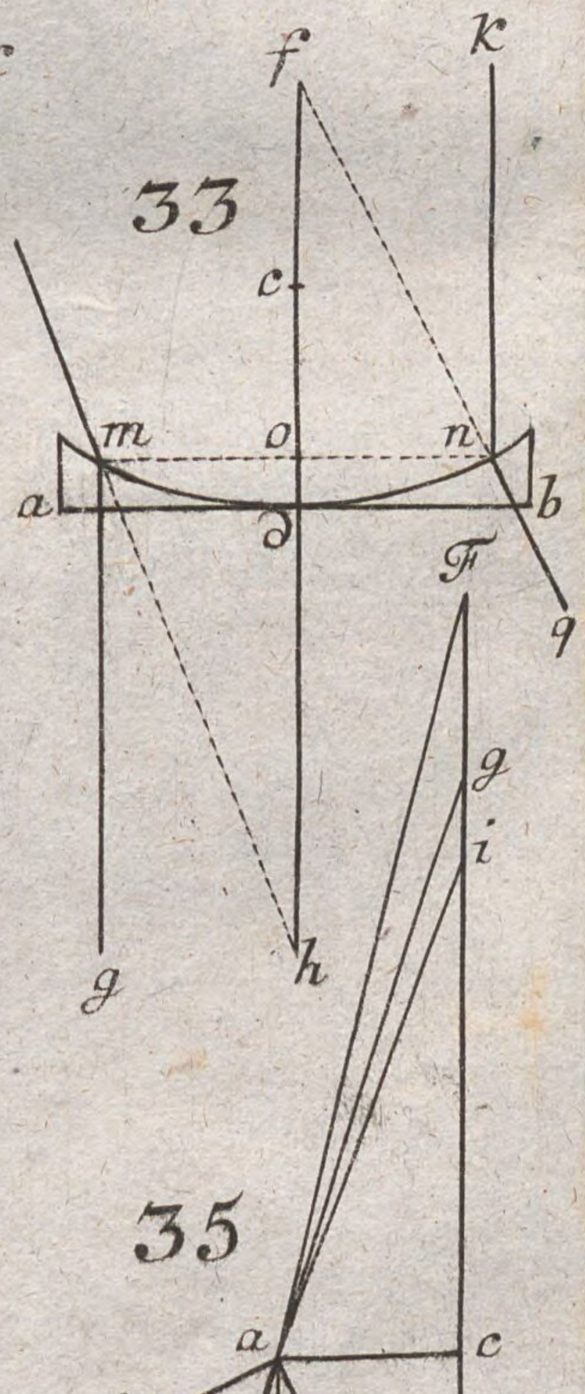
31



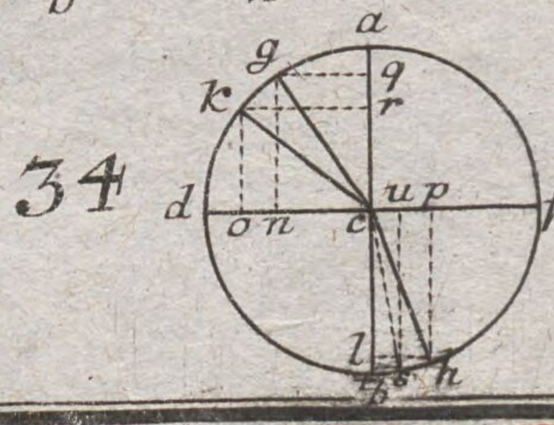
32



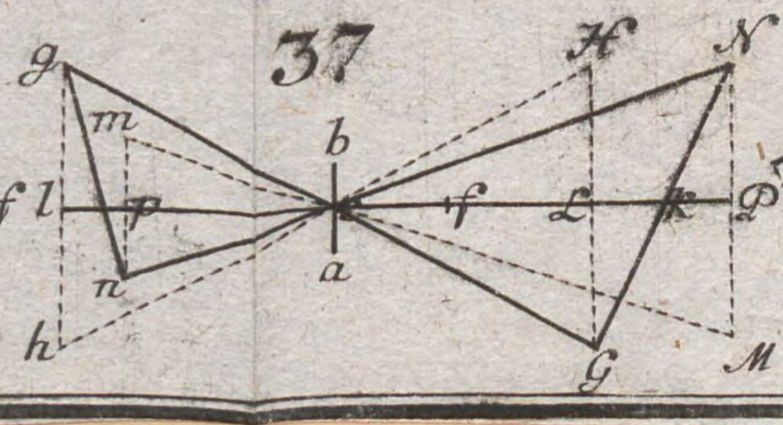
33



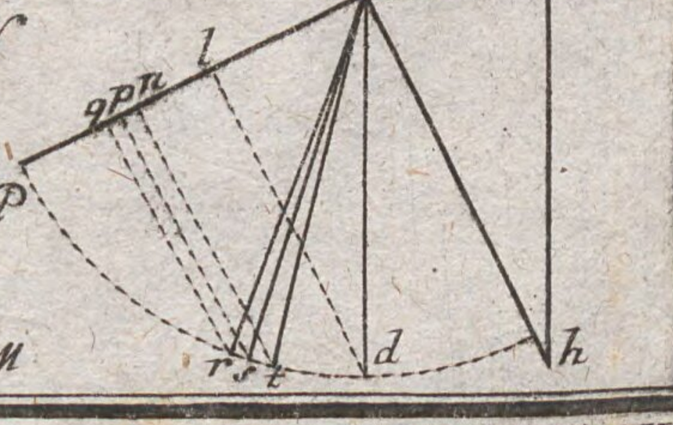
34



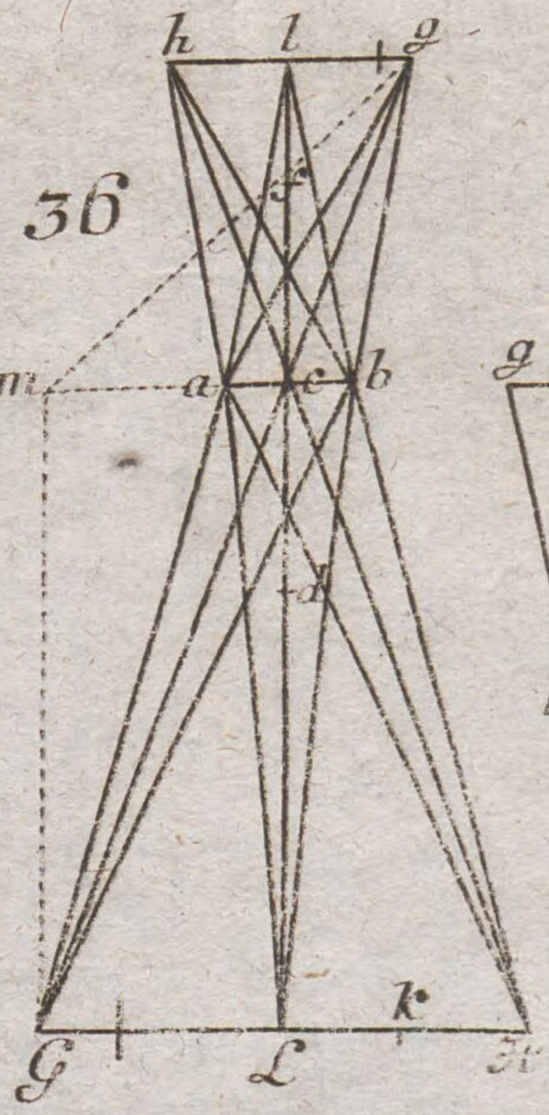
37



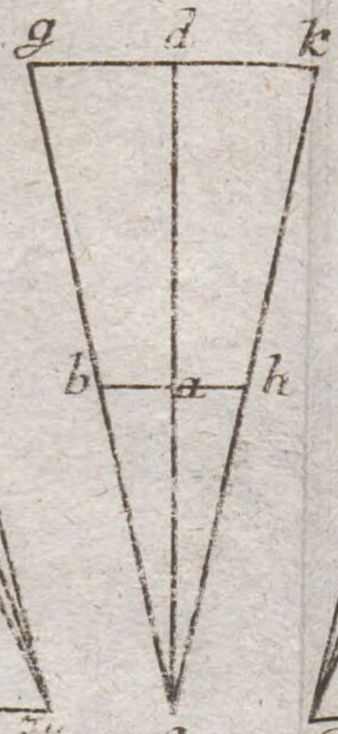
35



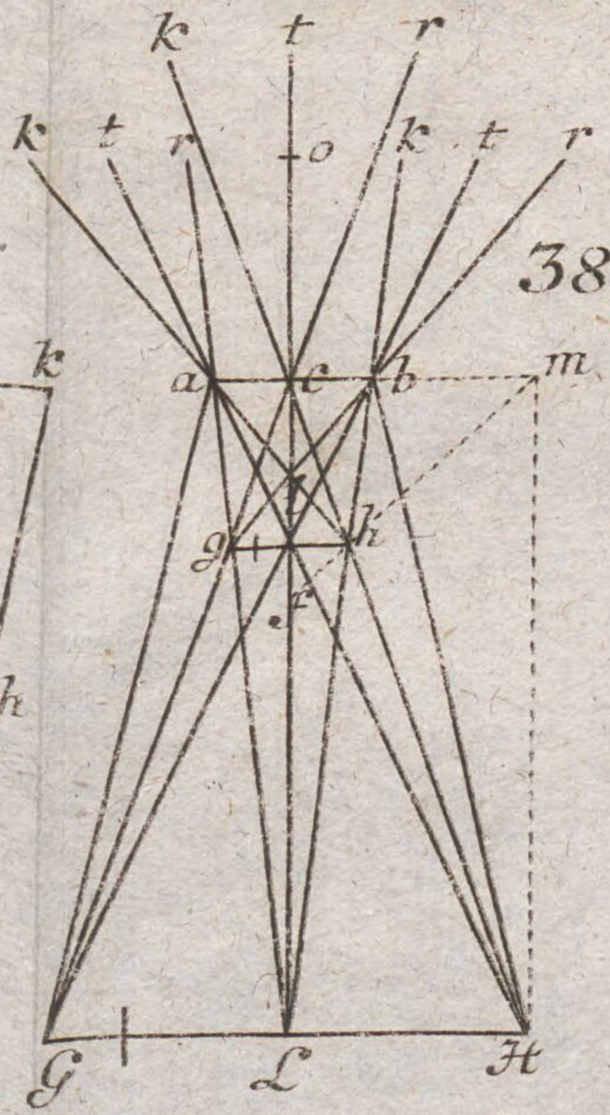
36



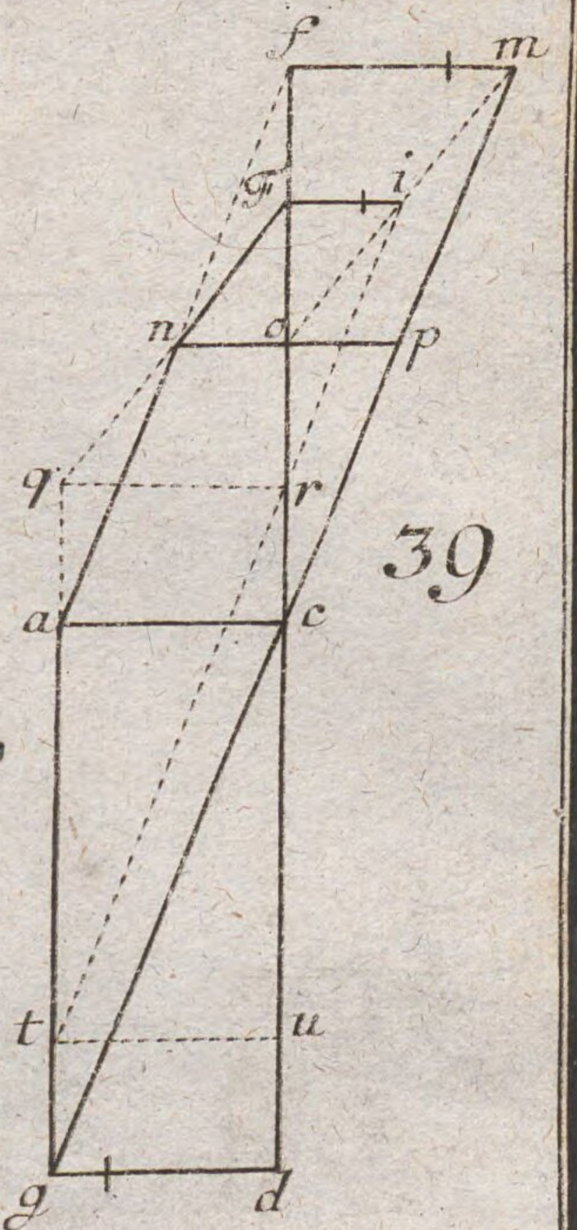
42



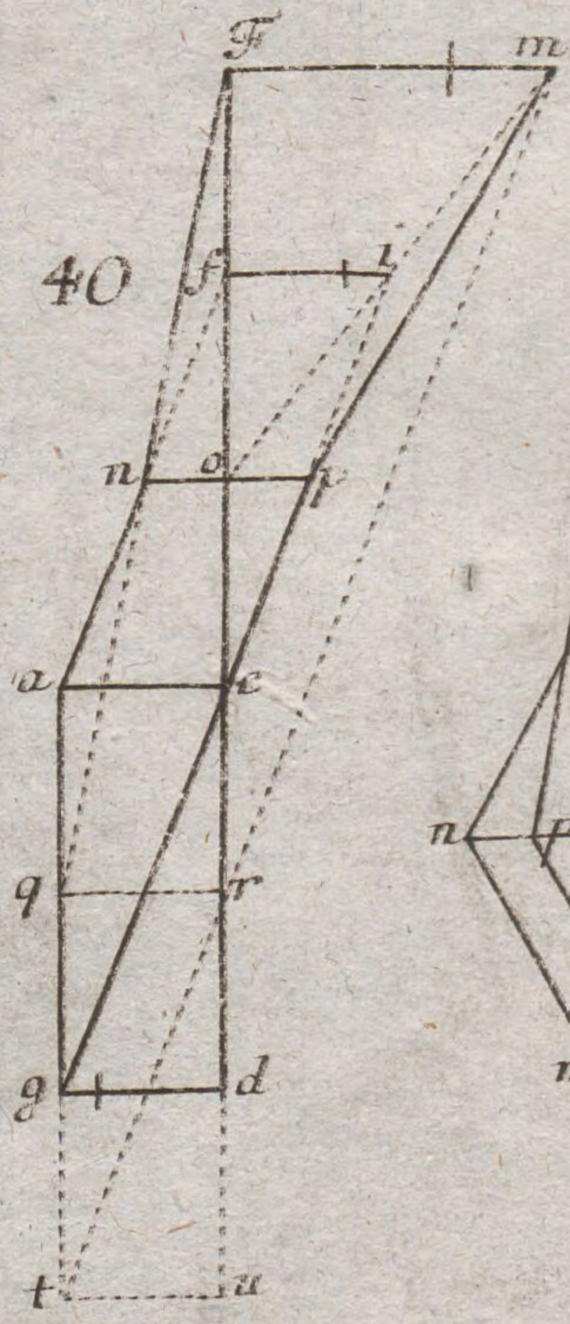
38



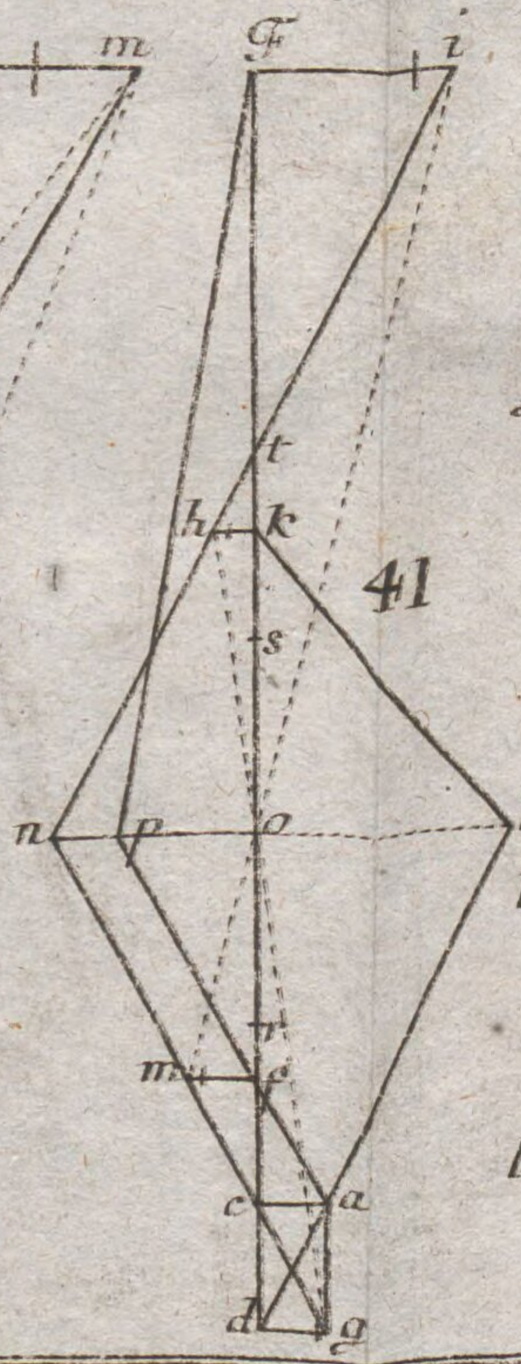
39



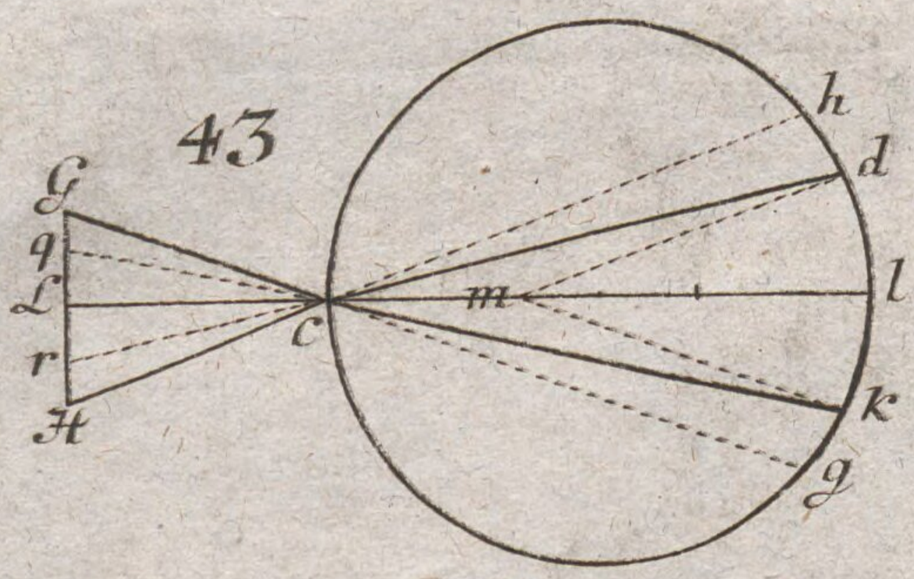
40



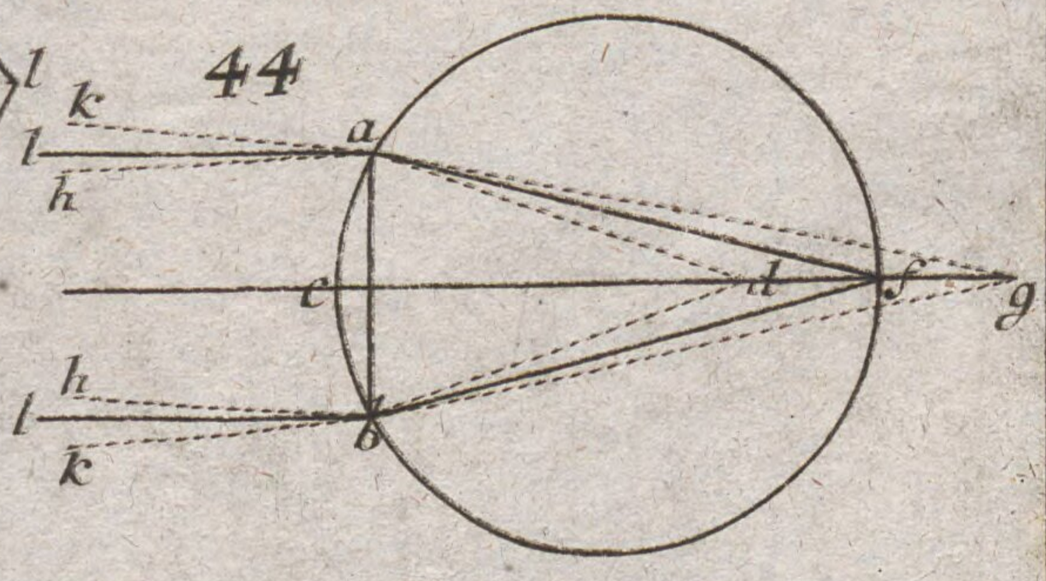
41

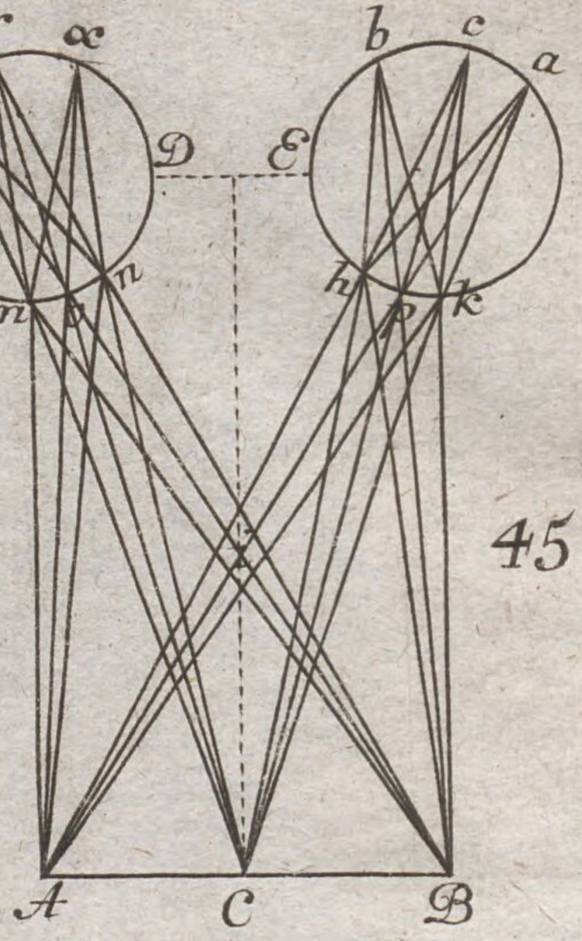


43

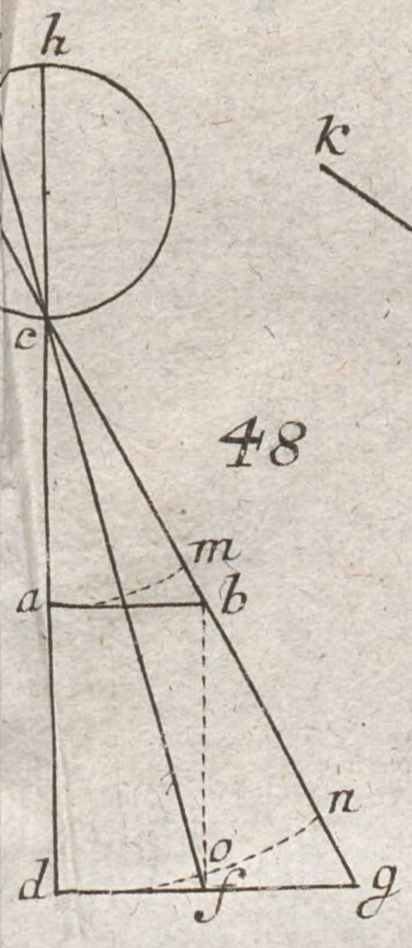


44

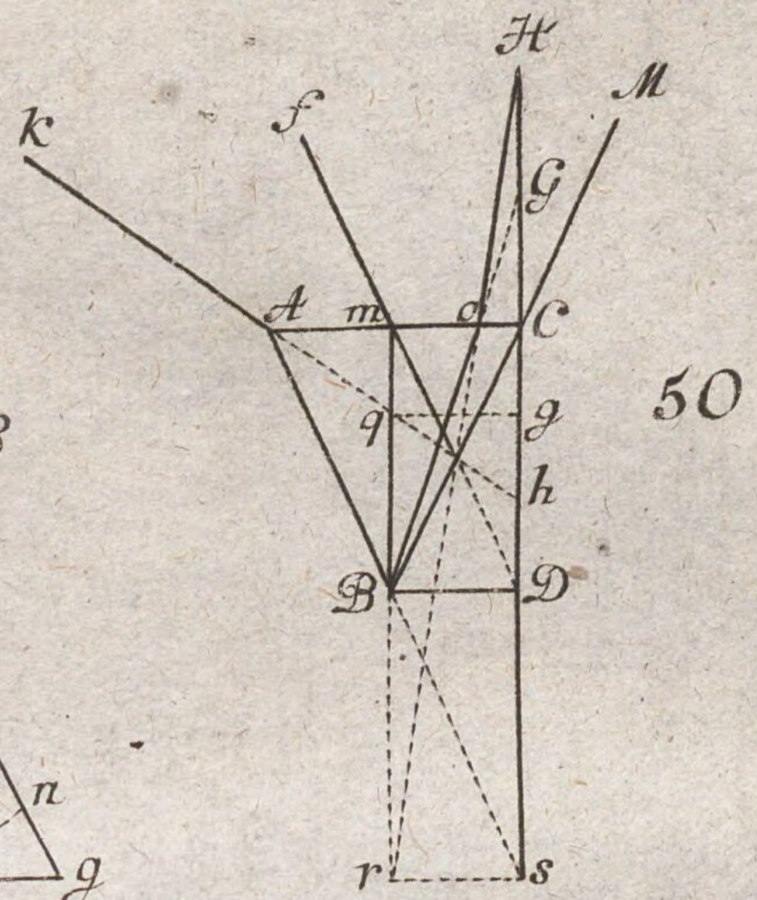




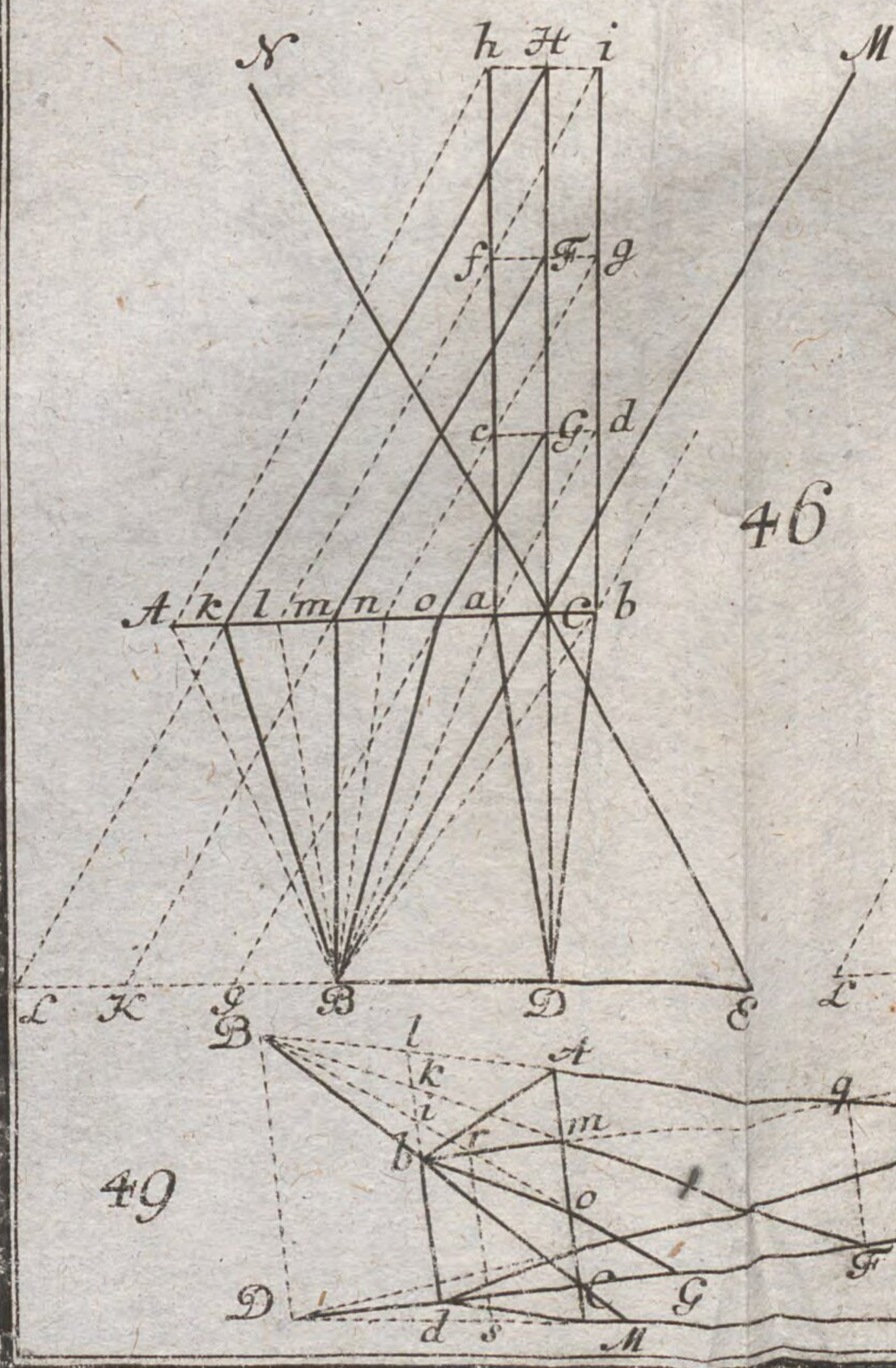
45



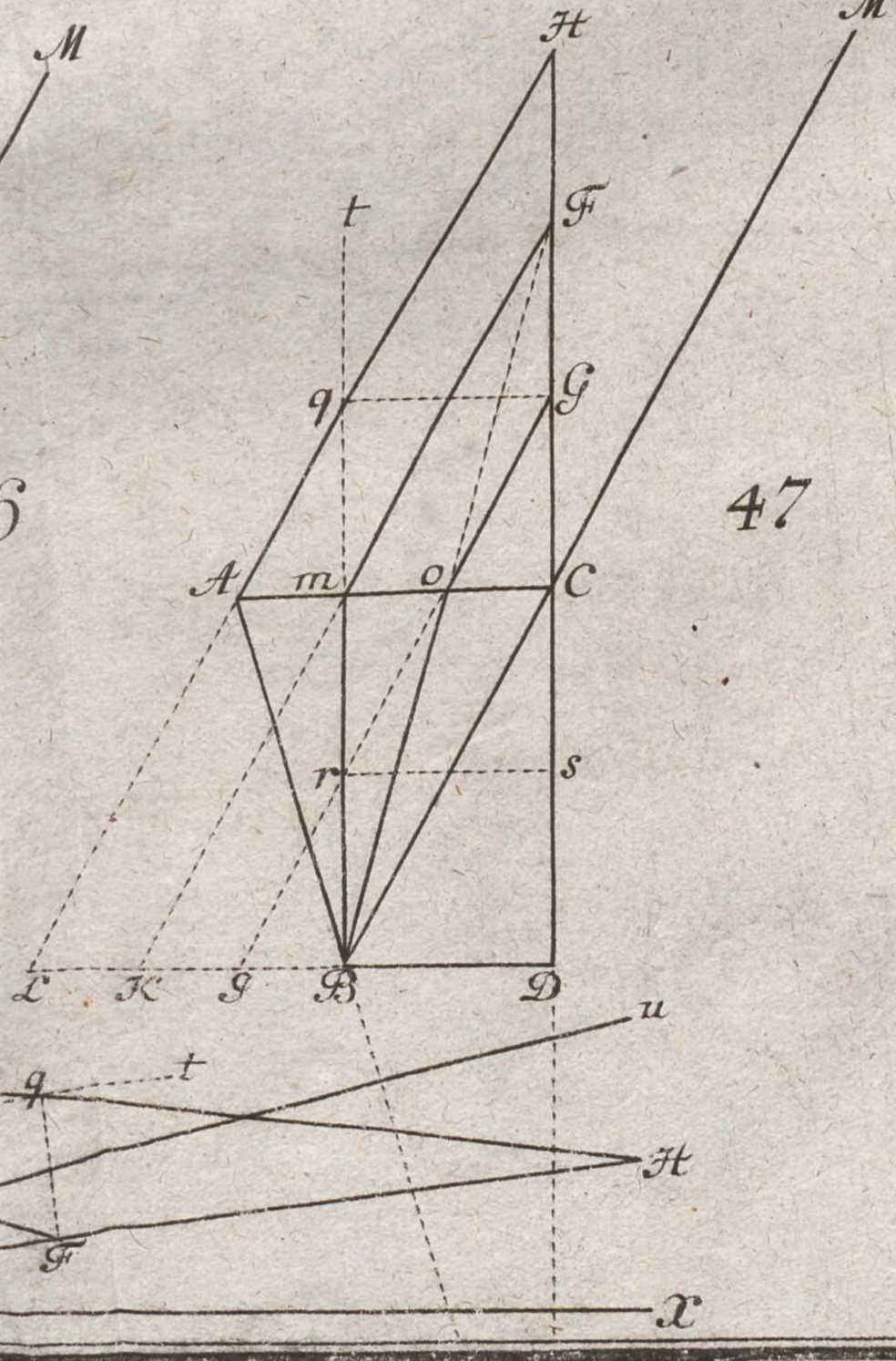
48



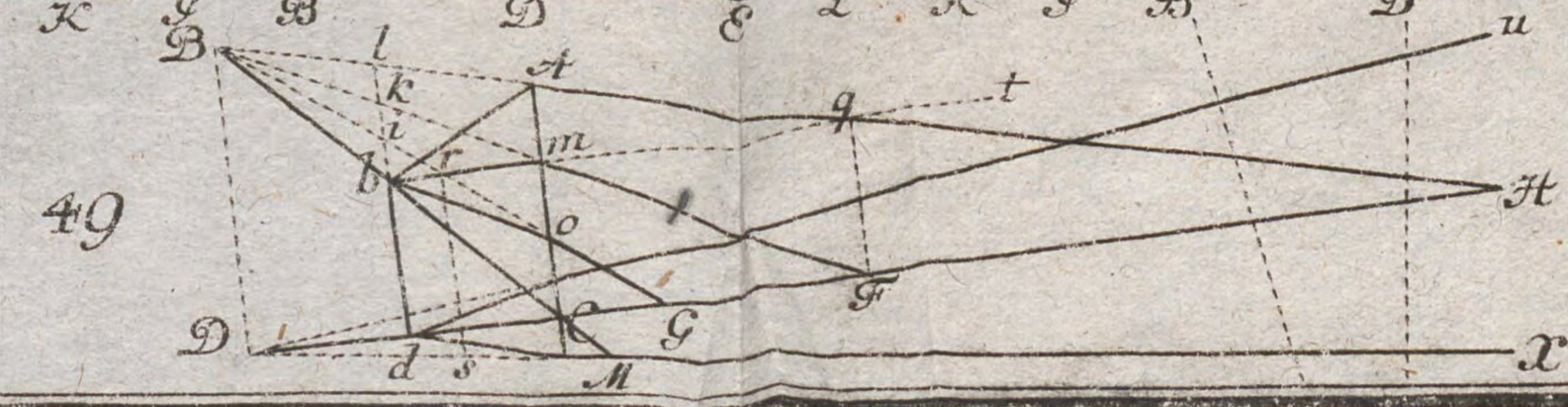
50



46



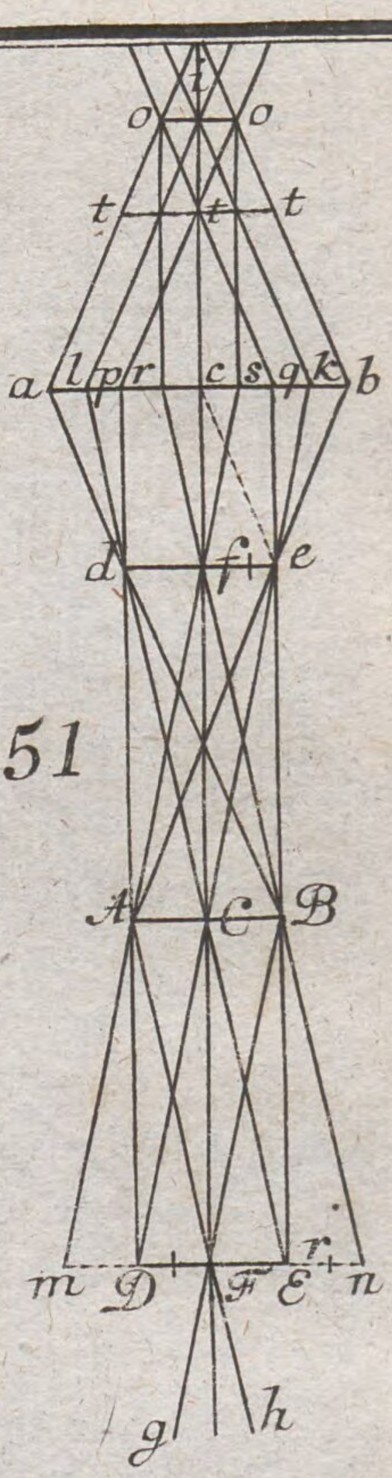
47



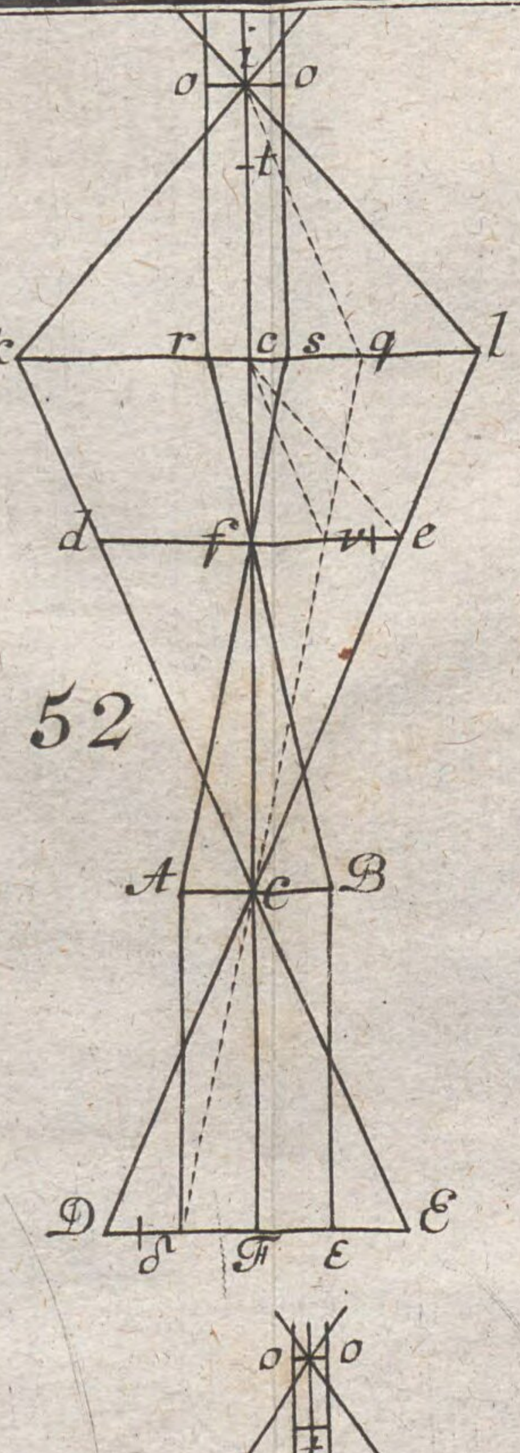
49

P P

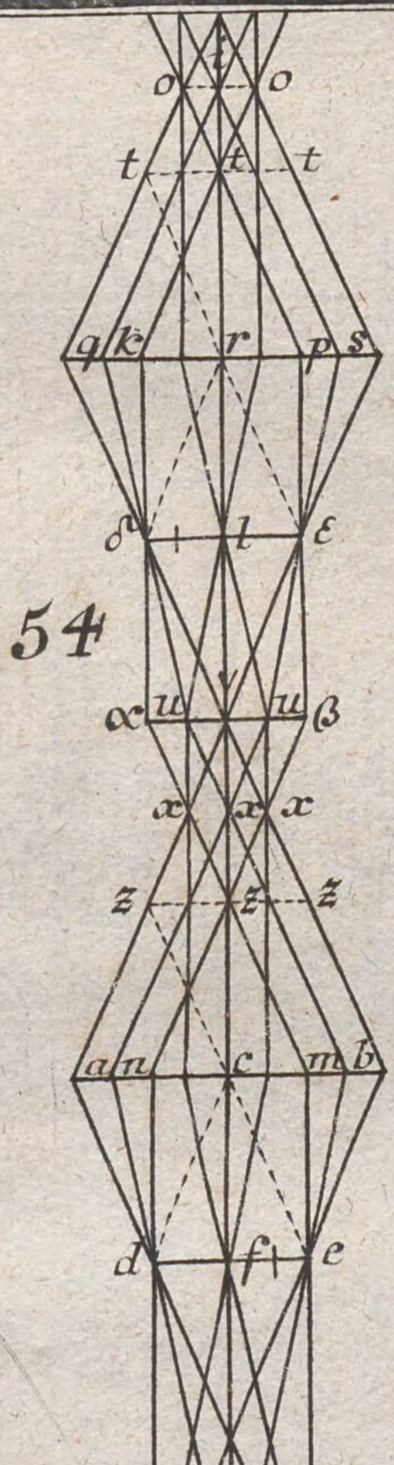
I. Marianus Sc. A. V.



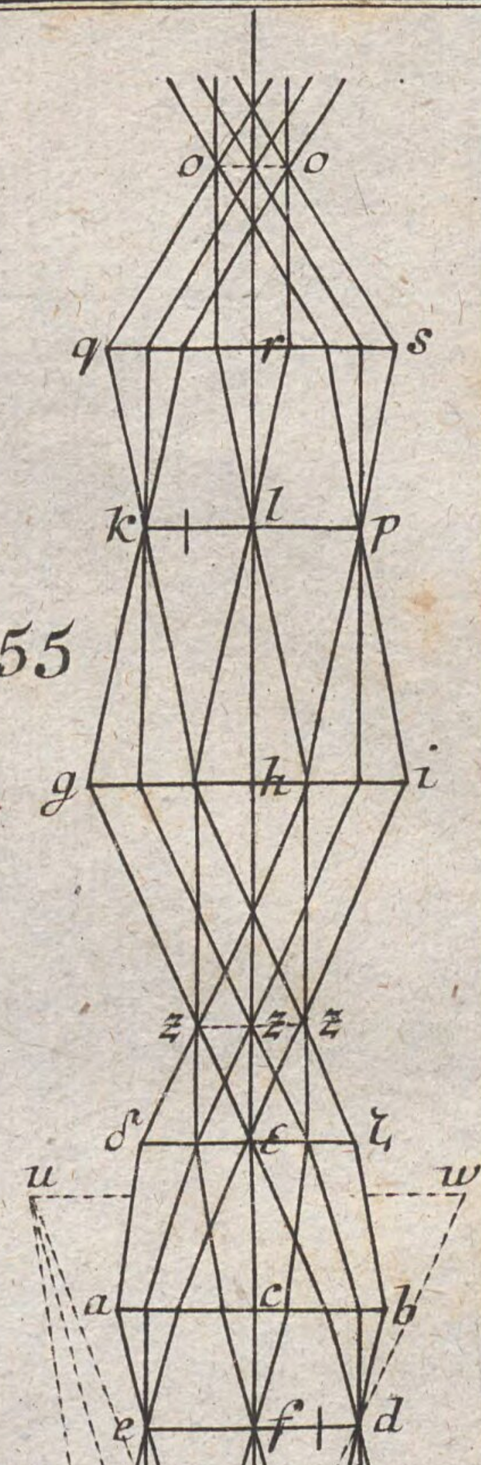
51



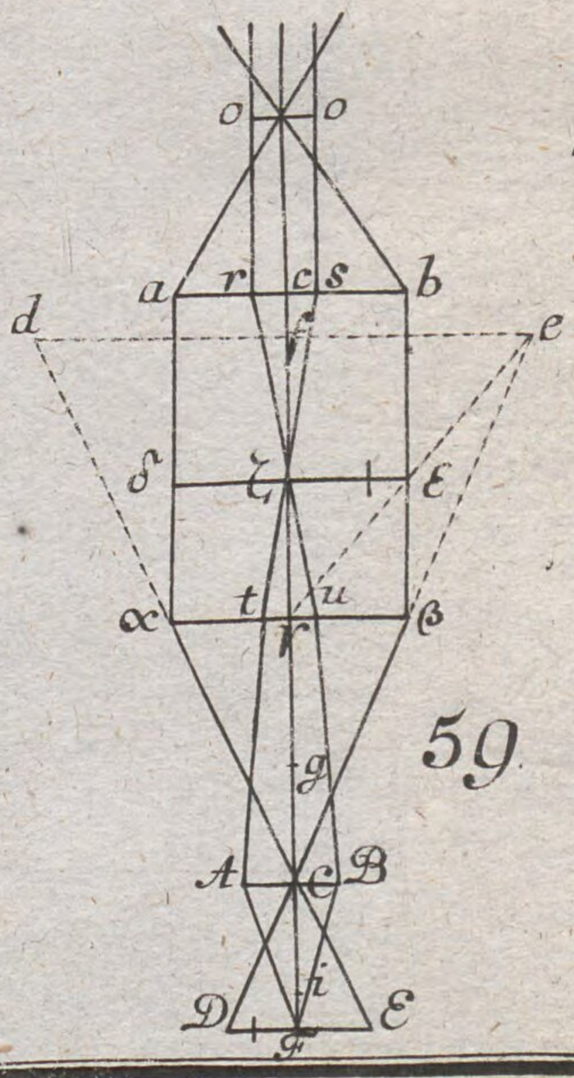
52



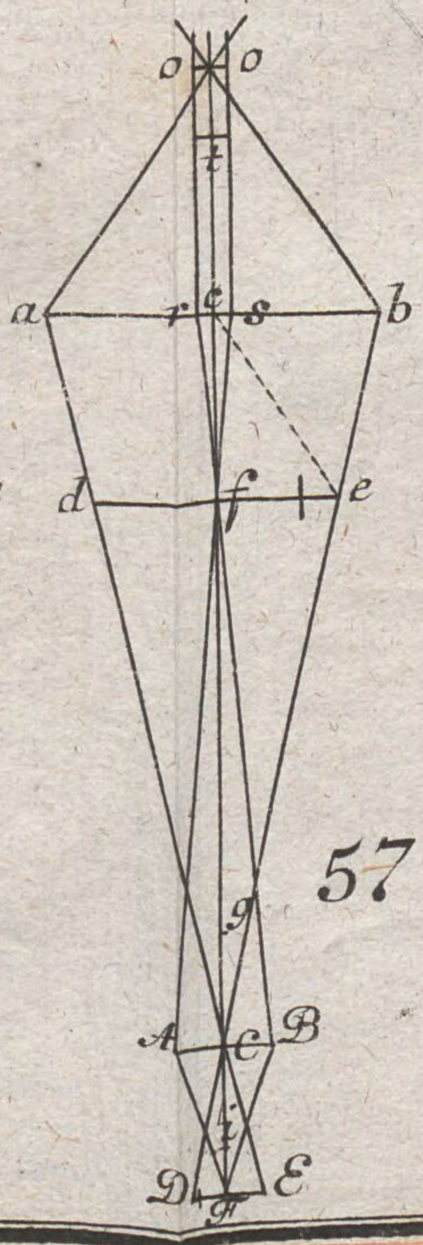
54



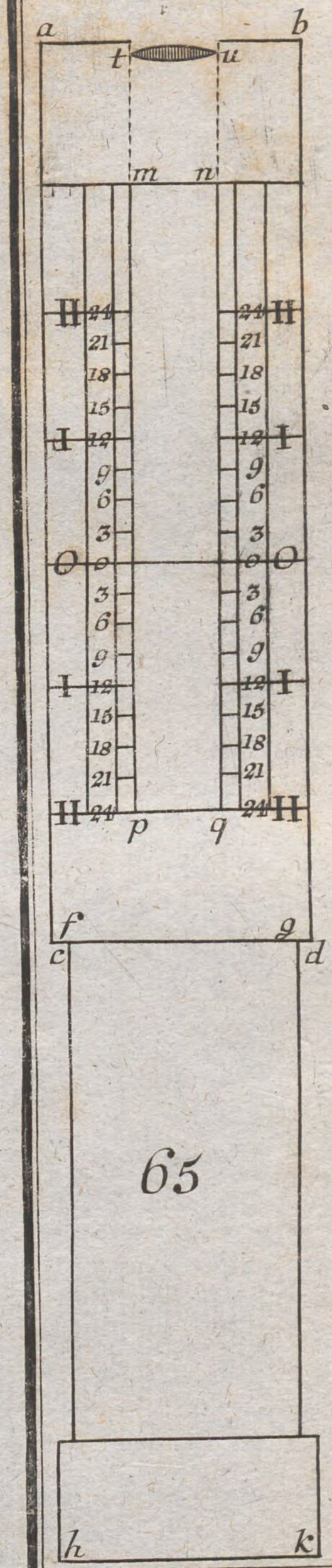
55



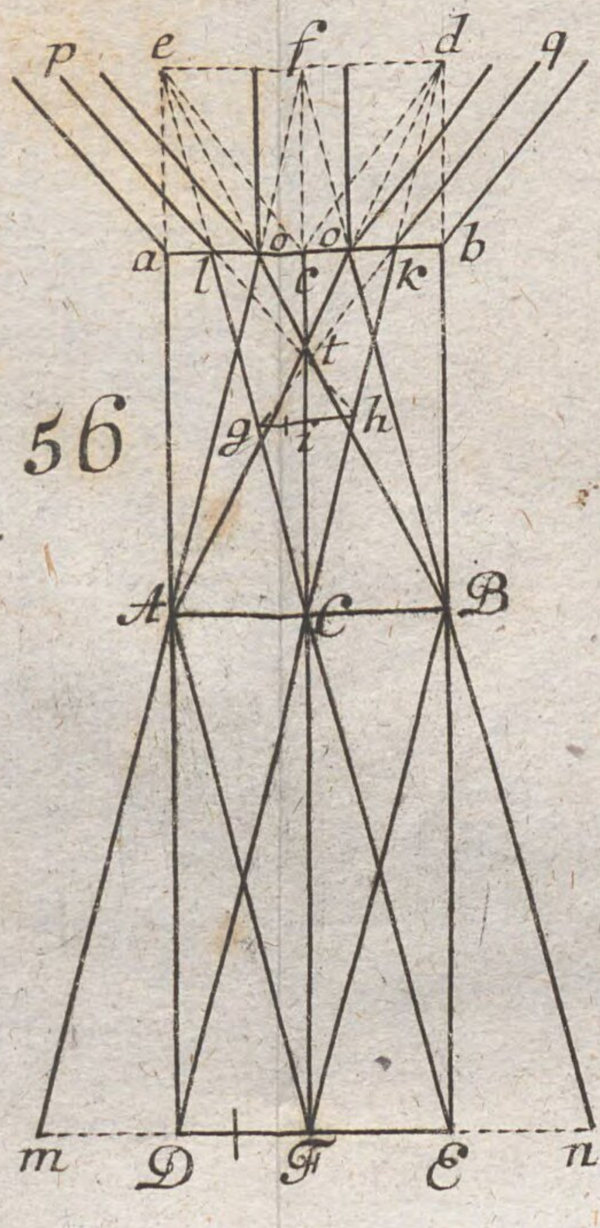
59



57

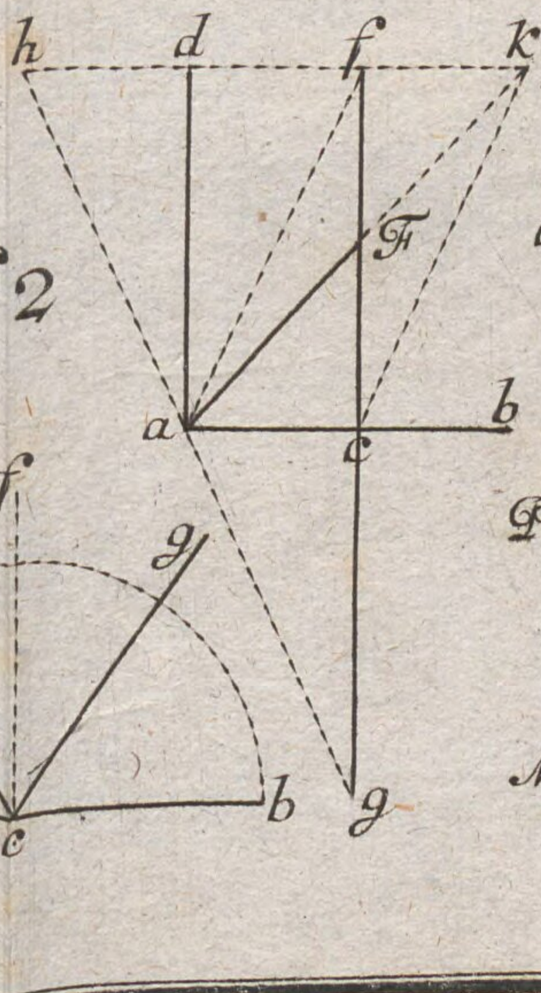


65

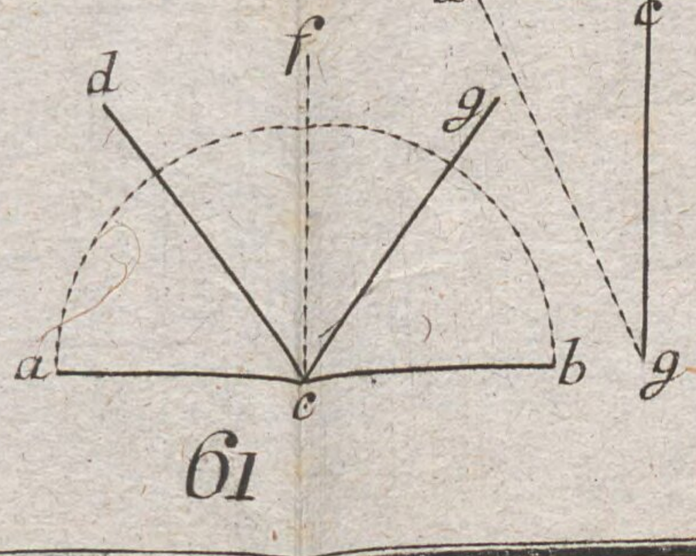


56

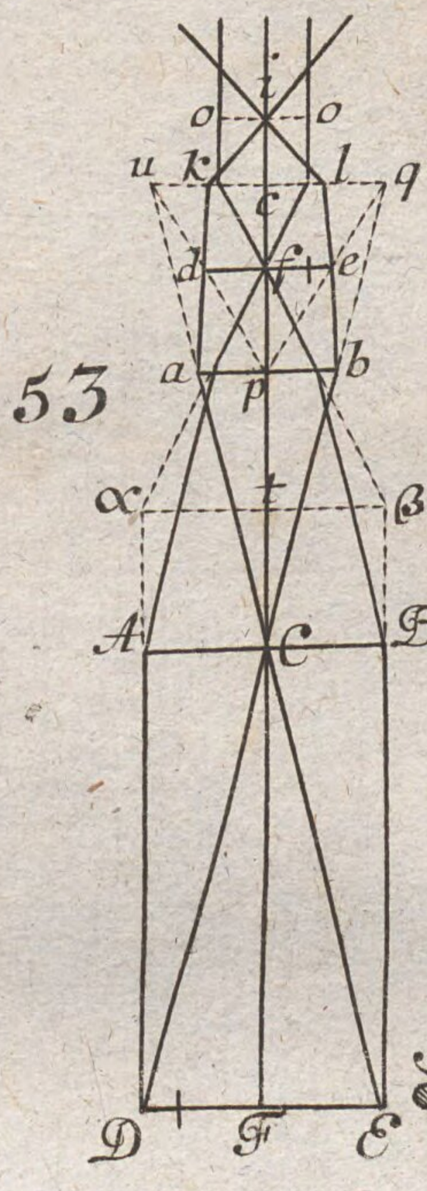
58



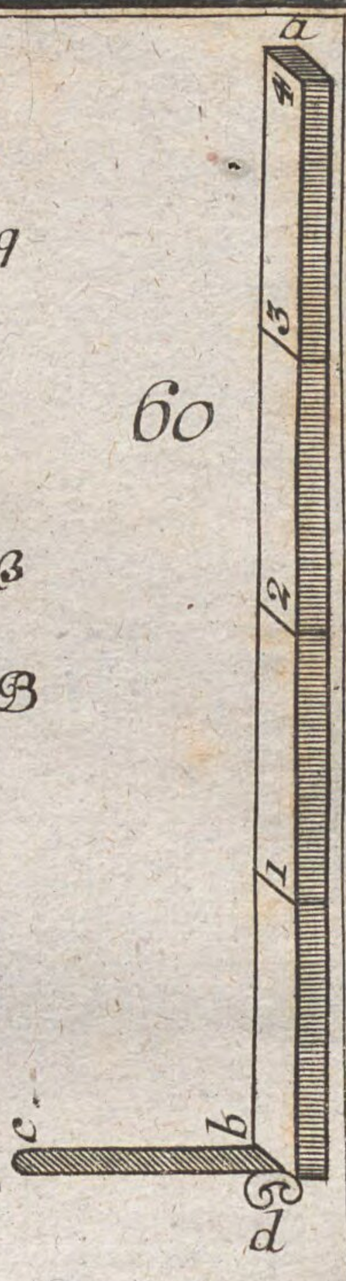
62



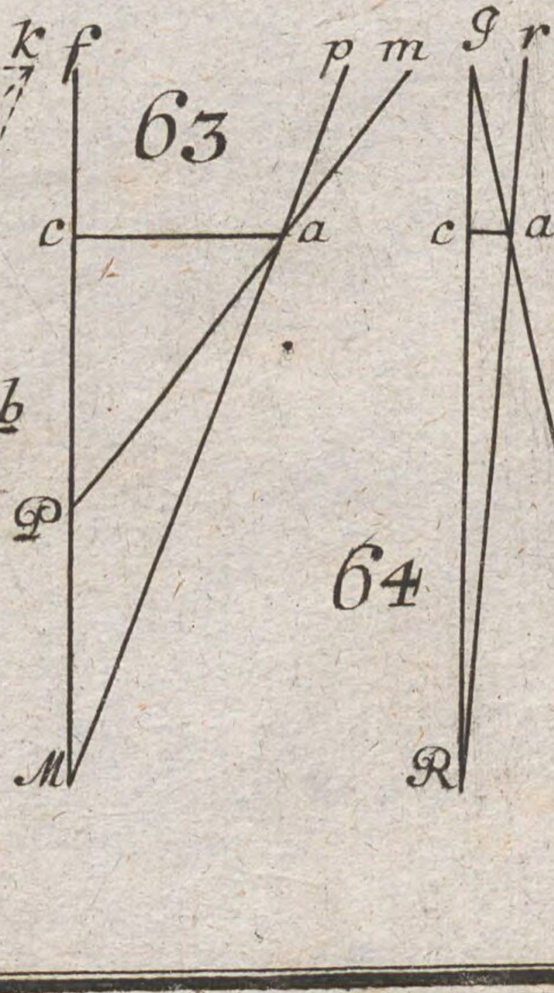
61



53



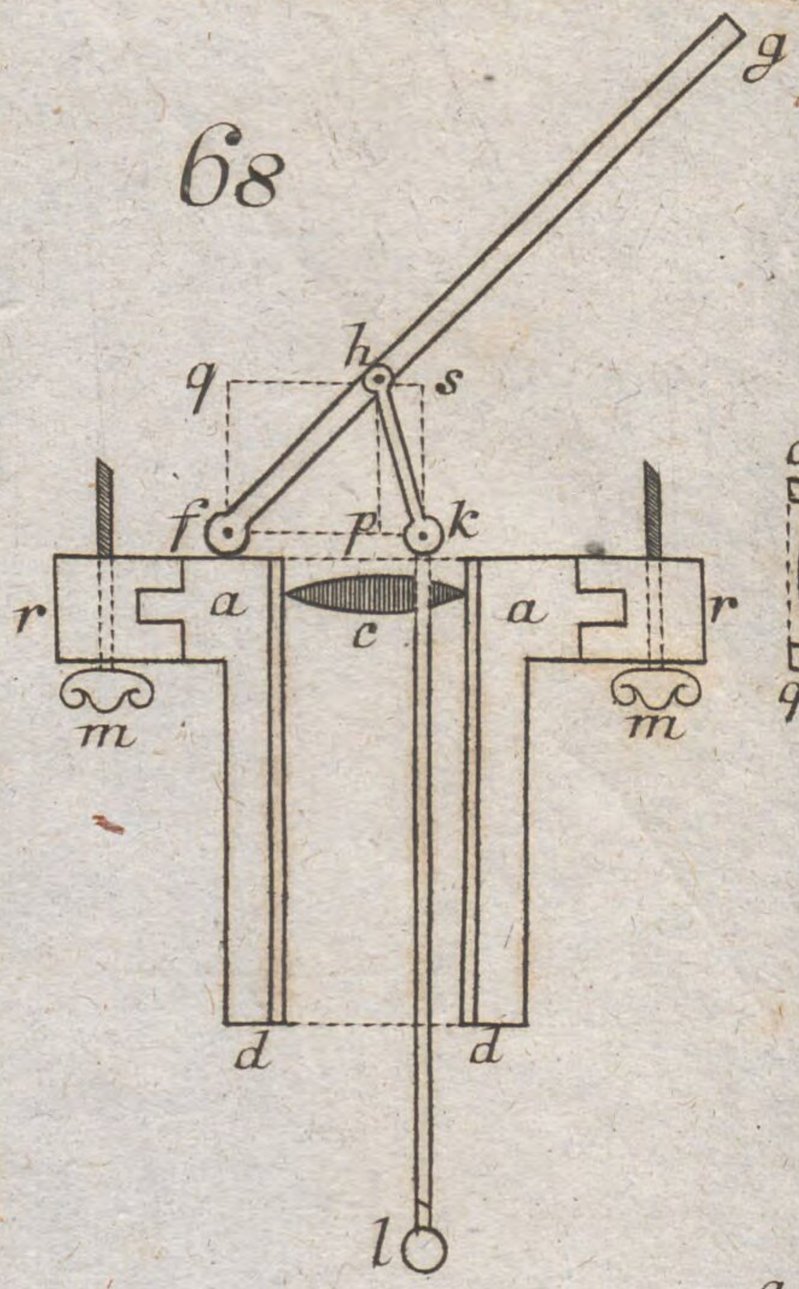
60



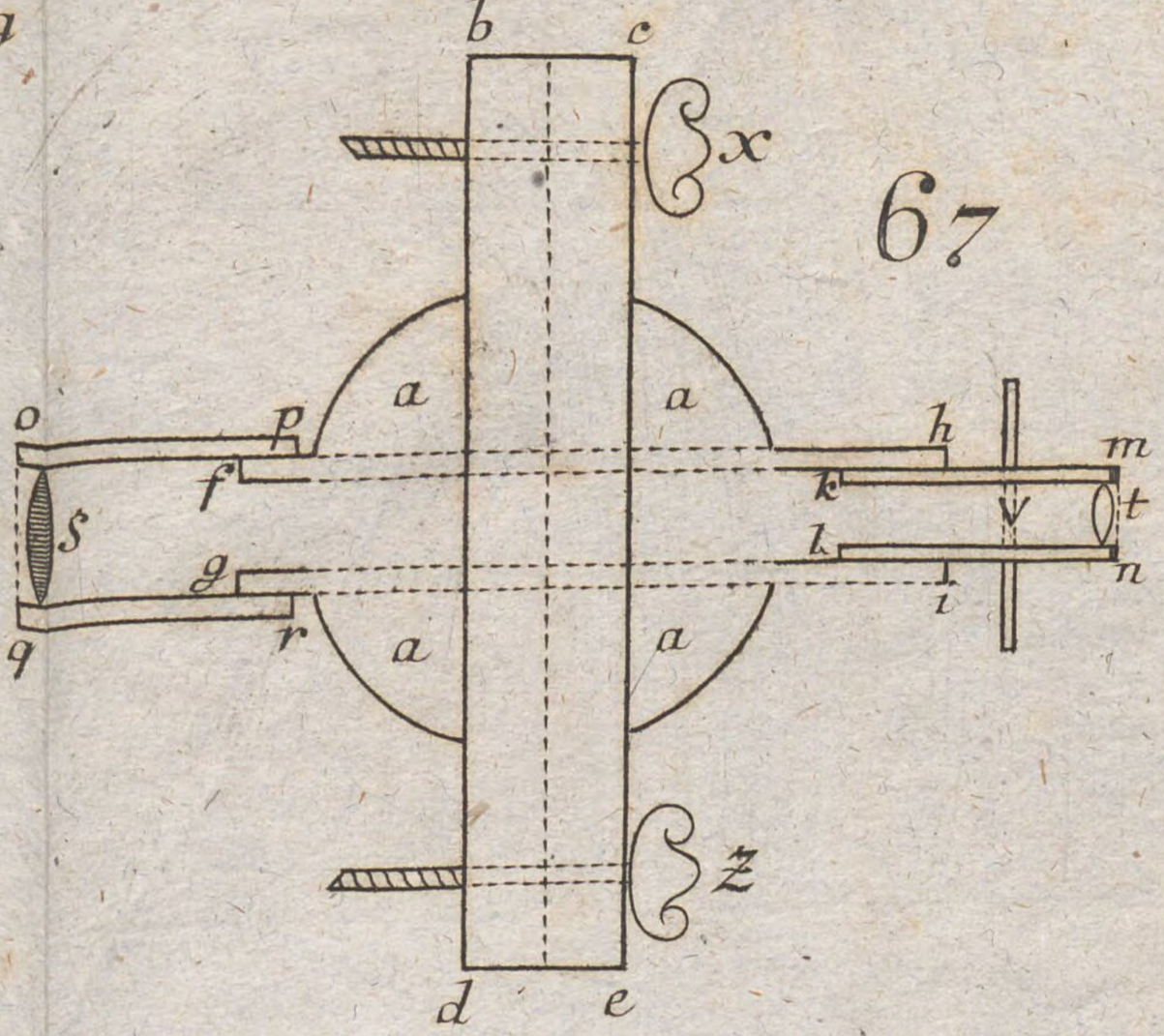
64

I. Marianus Sc. A. V.

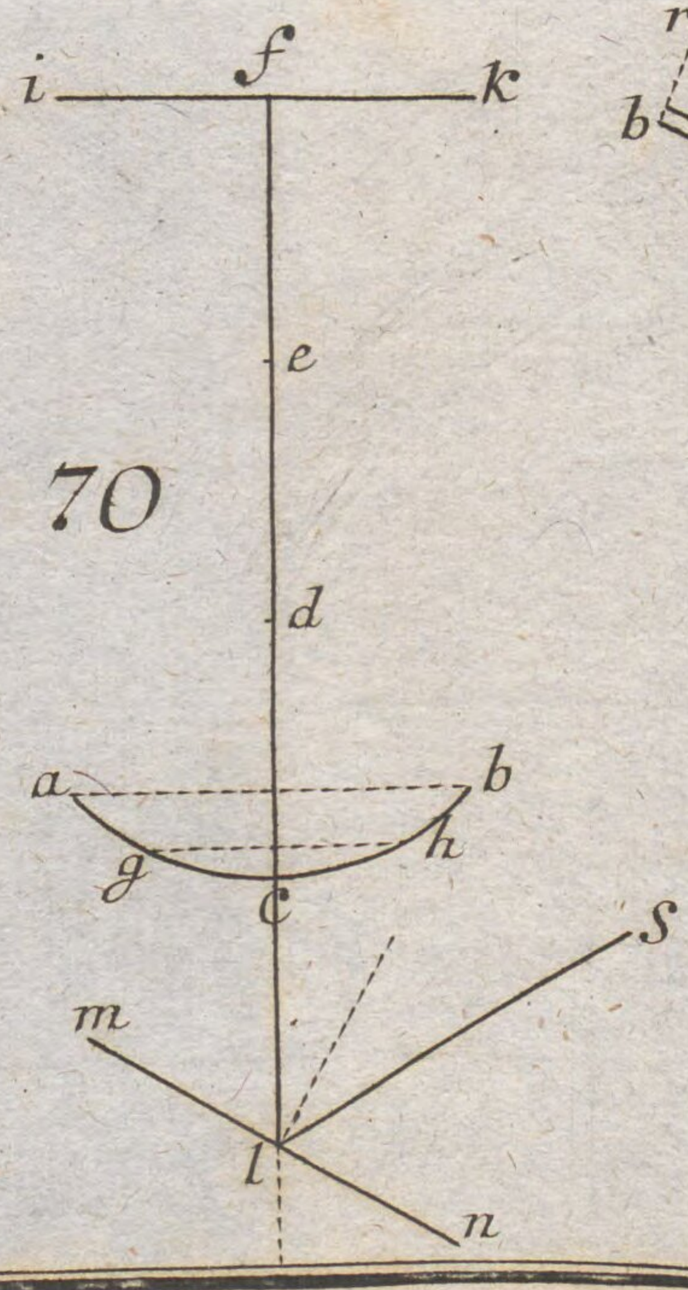
68



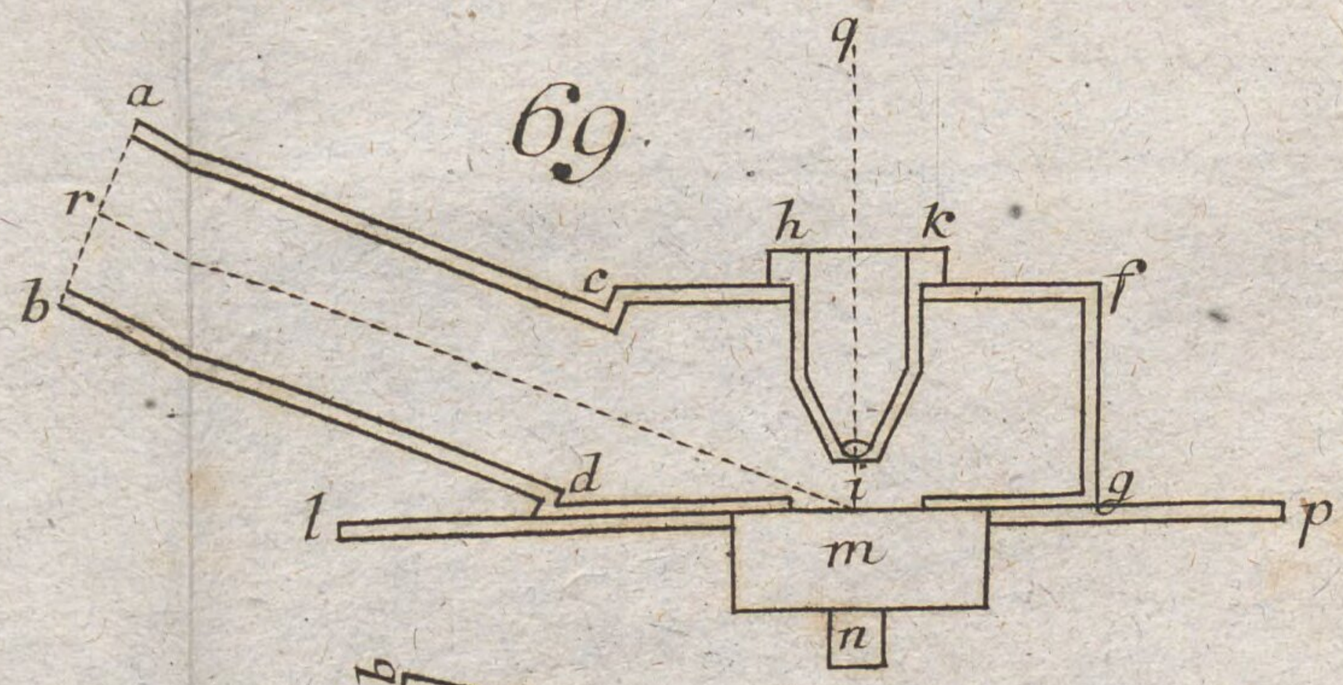
67



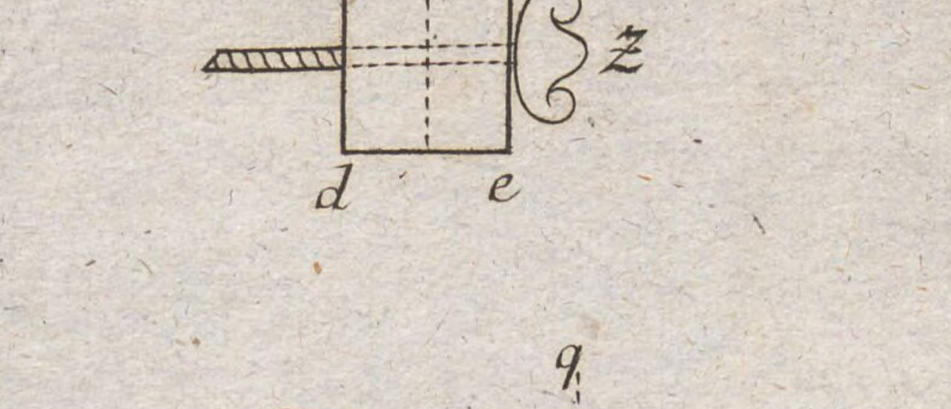
70



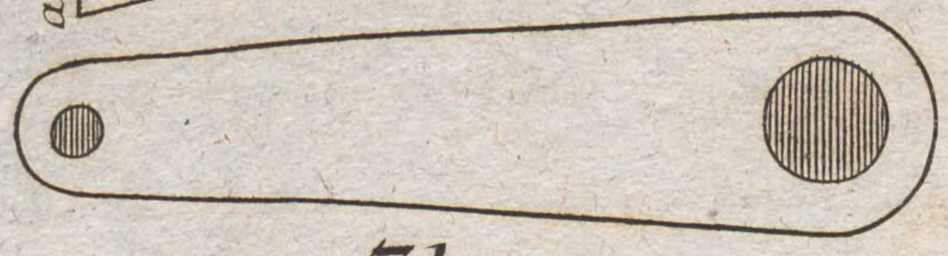
69



66



71



XX VIII 87

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bischoff, Johann,

M. Johann Bischoffs practische Abhandlung der Dioptrik in welcher die Eigenschaften und Gebrauch der sphärischen Gläser den Anfängern zur Erleichterung und manchen andern zur Bequemlichkeit durch Zeichnung und Rechnung aus zweyen Grundgläsern hergeleitet und in deutlichen Figuren

Stutgart 1772

Math.a. 26
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10080544-6
VD18 10534849